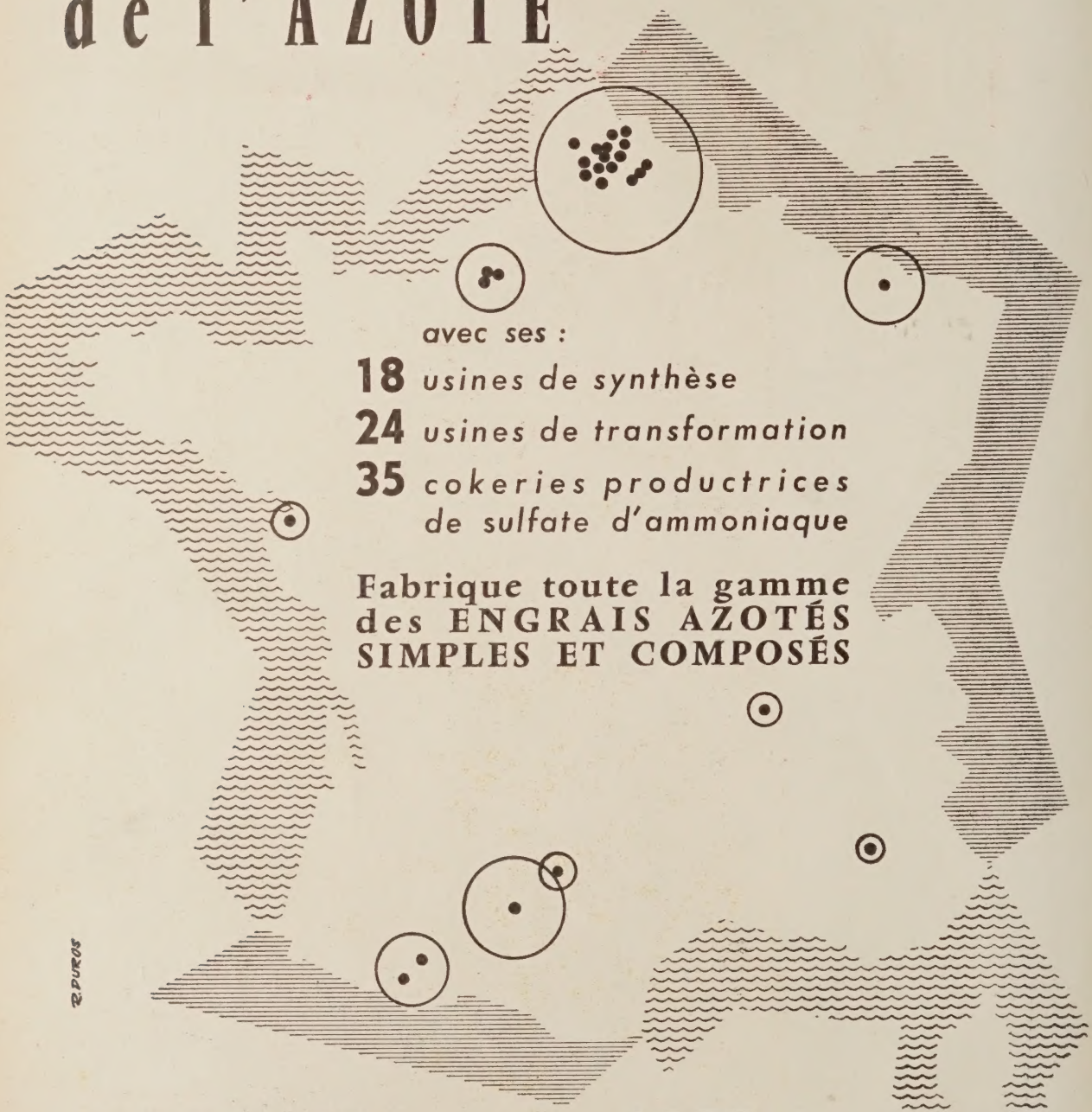
L'AGRONOMIE TROPICALE

COMMONWEALTH INST.
ENTOMOLOGY LIBRARY
23 SEP 1960
ERIAL EU.71A
EPARATE

1960
N° 3
Mai - Juin

L'industrie française de l'AZOTE



avec ses :

18 *usines de synthèse*

24 *usines de transformation*

35 *cokeries productrices de sulfate d'ammoniaque*

Fabrique toute la gamme des ENGRAIS AZOTÉS SIMPLES ET COMPOSÉS

R. PURAS

2.200.000 *tonnes en* 1959

SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DES ENGRAIS AZOTÉS

58, avenue KLÉBER, PARIS (16e) - Tél. KLÉ. 78-72

L'AGRONOMIE TROPICALE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

Administration : 20, rue Monsieur, Paris (7e). — Tél. : SUF. 46-71

Volume XV - 1960

NUMÉRO **3** MAI - JUIN

SOMMAIRE

ÉTUDES ET TRAVAUX :

M. GUILLAUME. — Les aménagements hydro-agricoles de riziculture et de culture de décrue dans la vallée du Niger *(suite)* 273

G. BACHELIER. — Sur l'orientation différente des processus d'humification dans les sols bruns des régions tempérées et les sols ferrallitiques des régions équatoriales. 320

H. JACQUES-FÉLIX et R. CHEZEAU. — Sols et groupements végétaux de la zone littorale de Guinée dans leurs rapports avec la riziculture. I. — L'île du Kabak... 325

NOTES ET ACTUALITÉS :

Le Congrès International technique du Machinisme agricole, par G. LABROUSSE 342

Note sur un appareil à dosage rapide d'humidité, par Mme HAHN et RUYSSEN..... 346

Compte rendu du symposium sur les « Progrès réalisés dans l'analyse chimique du sol, des engrais et des plantes », par Mlle J. BELEY et M. PINTA..... 350

DOCUMENTATION 353

I. Ouvrages et documents généraux, 353. — II. Extraits bibliographiques, 355. — III. Bibliographie analytique, 363.

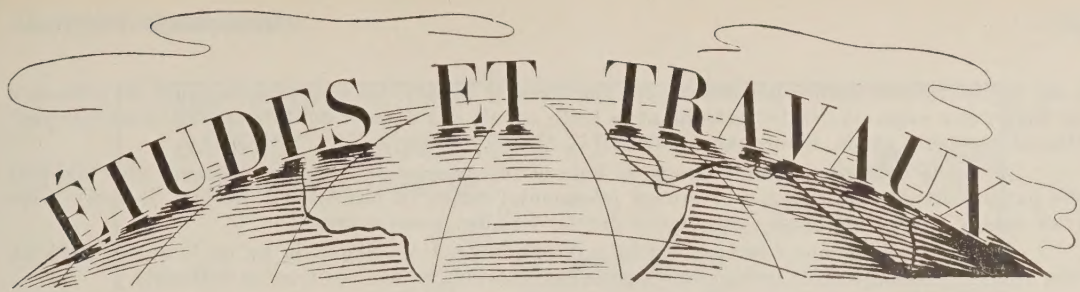
	ABONNEMENTS ANNUELS (six fascicules et les suppléments)		Chaque fascicule séparément et le supplément correspondant
	" L'Agronomie Tropicale "	Documentation analytique	
FRANCE ET UNION FRANÇAISE..	60 NF	7 NF	11 NF
ÉTRANGER.....	65 NF	8 NF	12 NF

Le règlement des abonnements peut être effectué par chèque bancaire au nom de l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières, 20, rue Monsieur, Paris (7e).

Pour la publicité dans L'AGRONOMIE TROPICALE, s'adresser à Regico, 12, rue de l'Isly, Paris (8e) Téléph. Laborde : 33-23.

Cliché P. DUBLIN

République Centre Africaine, *Coffea excelsa*. Explosion florale massive



LES AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES DE RIZICULTURE ET DE CULTURE DE DÉCRUE DANS LA VALLÉE DU NIGER*

(*suite*)

par

M. GUILLAUME

QUATRIÈME PARTIE

L'OFFICE DU NIGER

CHAPITRE I

CONCEPTION. DÉVELOPPEMENT DE LA MISE EN VALEUR. RÉSULTATS

I) Conception de l'aménagement et structures principales Morphologie générale du delta central

On sait que le Niger Supérieur aboutissait autrefois, à la hauteur de Ségou, dans une grande cuvette lacustre, où il mit en place un vaste delta. L'origine de cet immense cone de déjection se situe, à peu près, à l'emplacement de l'actuel barrage de Markala, d'où plusieurs défluents s'écartaient en formant un éventail largement ouvert vers le nord-est, dont les principales branches se prolongeaient jusqu'à la dépression du lac Débo.

La partie occidentale de ce delta, alimentée par les bras les plus à l'ouest, Fala de Molodo et de Boky Wéré, est de nos jours asséchée et constitue le delta mort ou delta fossile par opposition à la partie orientale dite delta vif, inondée par le Niger et un puissant défluent, le Diaka.

L'exondation du delta mort résulte probablement de la vidange progressive de la zone lacustre vers le Niger oriental, au-dessus du seuil de Tosaye à partir de la période ouljienne, conjugué avec un envahissement dunaire pendant la période sèche préflandrienne.

C'est cependant à une époque relativement récente que le Fala de Molodo (ou Niger sahélien)

* Voir *L'Agronomie Tropicale* nº 1 (janvier-février) 1960, p. 73-91 ; nº 2 (mars-avril) 1960, p. 133-187.

Note de la Rédaction. — Les articles publiés dans *L'Agronomie Tropicale*, quelle que soit la personnalité ou la fonction de leur auteur, n'expriment qu'une opinion personnelle et ne sauraient être considérés comme une indication de la politique ou des intentions du Département.

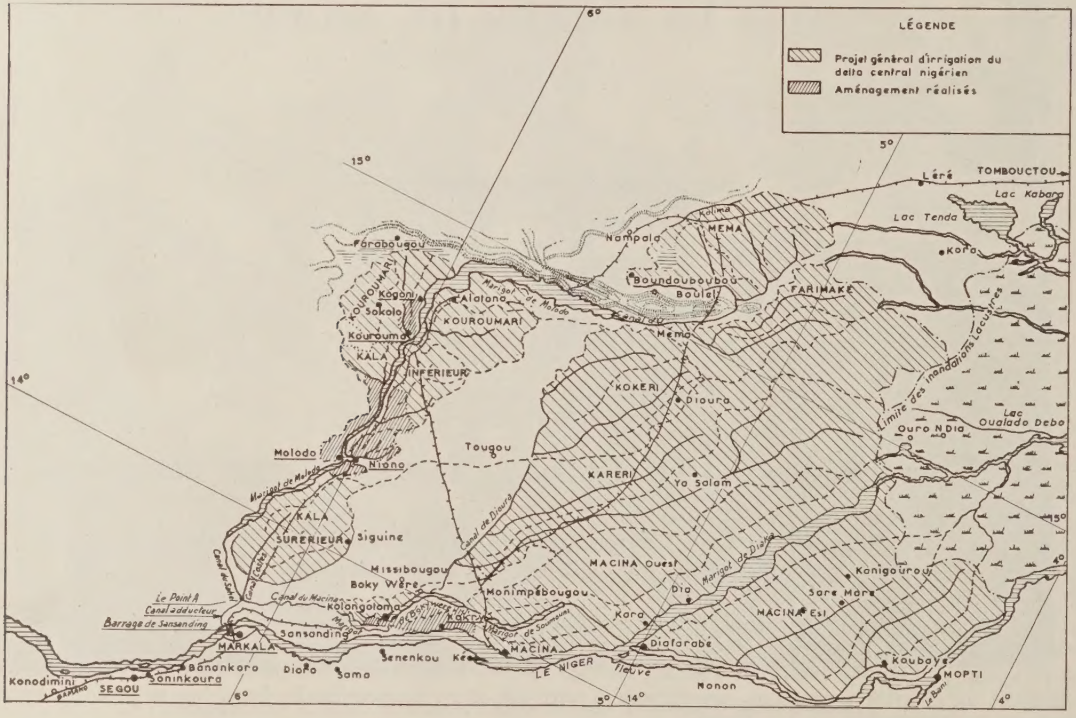
a été définitivement obturé par des dépôts alluviaux et éoliens, au voisinage du point de défluence du Niger, et a cessé de débiter entraînant la lente agonie des régions qu'il desservait, autrefois peuplées et prospères (Kala, Kouroumari, Mema).

Avant la construction du barrage, le Fala et ses principaux rameaux n'étaient plus marqués que par un chapelet de mares d'hivernage jalonnant l'ancien lit mineur. Le marigot de Boky-Wéré avait subi le même sort, mais continuait à débiter lors des grandes crues.

Le nom de l'ingénieur Belime est lié aux actions, tentées depuis la fin de la guerre 1914-18, pour revivifier le delta mort par un aménagement remettant en eau ces anciens défluents.

Sous l'édige du Comité du Niger constitué en 1919, puis du Service Général des textiles et de l'hydraulique après 1924, d'importantes études topographiques furent entreprises, ainsi que quelques recherches agronomiques intéressant le coton et le riz en culture irriguée et une expérience réduite de colonisation de 200 ha (dont 100 ha irrigués) à Niénébalé, en aval de Bamako.

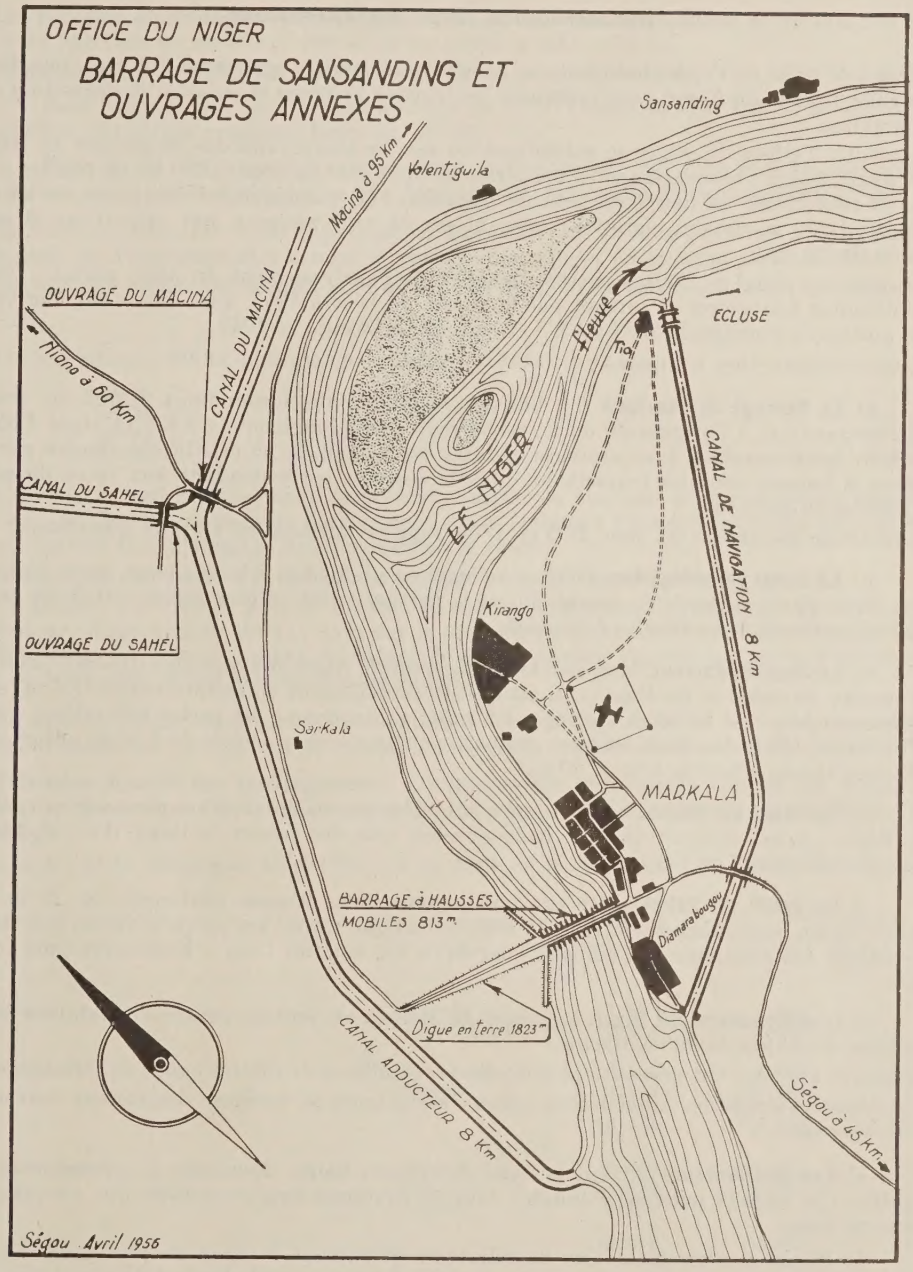
En 1929 un premier programme général d'aménagement du delta central nigérien fut soumis au Ministère des Colonies. Il reposait sur les données suivantes :



1. Il existe un pendage général du terrain en direction nord-est. Les défluents encore bien dessinés présentent un profil en travers nettement convexe, dominant les terrains qui les bordent, lesquels pourraient être irrigués sur de vastes surfaces par un réseau de distribution, tandis que le drainage s'effectuerait normalement, par les talwegs intercalés entre les bras, en direction du lac Débo d'une part, et de la dépression du Hodt de l'autre.

2. Les plaines alluvionnaires desservies par le Fala de Molodo sont favorables à la culture du cotonnier irrigué ; celles tributaires de la rivière de Boky-Weré, plus argileuses et plus difficiles à drainer, conviennent à la riziculture ainsi que les plaines inondées limitrophes du delta vif (Macina).

3. Un barrage de dérivation relevant l'eau à une hauteur suffisante en amont et la percée du cordon de dunes et d'alluvions qui, le long du Niger, ont interrompu le rôle du Fala de Molodo et de la rivière de Boky-Weré, permettraient de les remettre en eau et d'irriguer les périmètres qu'ils dominent.



4. Une forte digue sur la rive droite du Niger et sur le Diaka permettrait de soustraire à l'inondation la basse plaine du Macina, qui pourrait être soumise à une irrigation dirigée avec le surplus des eaux arrêtées auparavant par le barrage régulateur.

Le projet estimait à 960.000 ha la surface totale irrigable sur la rive gauche, pendant la période de fort débit, de fin juin au 15 janvier : 510.000 ha de terres à coton et 450.000 ha de terres à riz. En tenant compte de la population déjà en place, on prévoyait l'installation de trois cent mille colons pour la mise en valeur de tout cet ensemble agricole.

II) Infrastructure. Etat des extensions

C'est à la suite de l'approbation de ce projet qu'un nouvel organisme fut créé, par décret du 5 janvier 1932, l'Office du Niger, pour reprendre les travaux en cours et entamer la réalisation du nouveau programme.

A ce titre l'Office du Niger se substituait au service temporaire des irrigations du Niger qui, dès 1929, avait réalisé l'aménagement d'un périmètre de 4.400 ha dont 3.300 ha de rizières à Baguineda, sur la rive droite du fleuve en aval de Bamako. Cet aménagement comporte un barrage de dérivation de 1.800 m, dit des aigrettes, reposant sur un seuil rocheux, une prise d'eau et un canal d'adduction de 22 km.

La mise en place de l'infrastructure générale de l'aménagement du delta central, contrariée par des difficultés financières et surtout par la guerre de 1940 à 1945, s'est étalée sur une vingtaine d'années, puisque le barrage de Markala n'a été mis en service qu'en 1947.

Cette infrastructure comporte :

a) **Le barrage de Markala** (ou barrage régulateur de Sansanding). Etabli en amont du village de Sansanding, à l'origine du delta, ce barrage a une longueur de 2.836 m, dont 1.820 m de digue en terre insubmersible. Il se compose de quatorze pertuis de 55 m, obturés chacun par trente-cinq vannes à hausses mobiles permettant quatre positions correspondant aux cotes de retenue : 295,5 m, 300 m et 300,5 m.

La retenue maximum est donc de 5 m. L'ouvrage est surmonté d'un pont métallique.

b) **Le canal de navigation** de 16 m de large au plafond et 8 km de long, muni d'une écluse à l'aval et d'une porte de garde en amont shunte le barrage ; ainsi la plus grosse batellerie en service sur le fleuve peut naviguer entre les deux biefs.

c) **Le canal adducteur,** long de 8 km, qui rejoint le Niger aux ouvrages dits du « POINT-A », tête des canaux du Sahel et du Macina. Il est ouvert actuellement en section réduite (50 m) et devra être ultérieurement porté à 100 m de large et 5 m de profondeur pour porter 500 m^3/sec. Les régulateurs, situés au début des deux canaux, comportent chacun cinq pertuis de 4,50 m obturés par des vannes Stoney et une écluse de 8 m $\times$ 50 m.

d) **Le canal du Macina** a été creusé à la largeur provisoire de 25 m pour rejoindre la rivière de Boky-Wéré, qui est endiguée jusqu'à Kolongotomo, tête des casiers de Boky-Wéré et Niaro. Il a été mis en service en 1935.

e) **Le canal du Sahel** a été également creusé à la largeur provisoire de 25 m (section réduite) sur 25 km pour rejoindre le Fala de Molodo endigué sur 63 km jusqu'à Niono. Il a été mis en service en 1937. Un deuxième bief endigué long de 64 km conduit l'eau à Kourouma (mis en service en 1953).

f) **L'endiguement du Niger.** Le casier du Macina est protégé contre l'inondation du Niger par une digue de 69 km de Mio à Macina.

Tous ces travaux ont nécessité plus de dix-sept millions de mètres cubes de terrassement.

Le réseau d'irrigation à partir des canaux adducteurs se compose des canaux suivants dans l'ordre décroissant.

α) **Les distributeurs** suivent la ligne des points hauts dominant le périmètre à irriguer appelé casier. Ces canaux peuvent atteindre dans les systèmes irrigués actuels une cinquantaine de kilomètres de long.

β) Perpendiculairement aux distributeurs et suivant la ligne de plus grande pente du terrain, viennent se brancher les **partiteurs,** longs de 4 à 6 km suivant la largeur du casier. Ces canaux, irriguant des deux côtés, sont espacés de 1.200 à 2.000 m.

γ) Perpendiculairement aux partiteurs, c'est-à-dire suivant les courbes de niveau viennent les **arroseurs** de longueur variable (aménagements anciens 600 m ; aménagements nouveaux : coton 600 m, riz 800 m).

Les arroseurs sont écartés entre eux de 200 m dans les secteurs cotonniers et de 300 à 400 m dans les secteurs rizicoles.

Les parcelles de cotonniers peuvent avoir, des surfaces de 1.000 × 200 = 20 ha à 600 × 200 = 12 ha, et les parcelles de riz 800 × 300 = 24 ha à 600 × 400 = 24 ha.

L'intérieur des parcelles est subdivisé suivant la culture pratiquée.

Pour le coton : soit par des rigoles tous les 50 m, alimentant des sillons de niveau longs de 25 m ; soit par des sillons pendants longs de 200 m.

Pour le riz : les parcelles sont divisées en bassin par des diguettes tracées suivant les courbes de niveau, et laissant entre elles une dénivellation maximale du terrain de 10-15 cm.

Au réseau d'irrigation vient se juxtaposer un réseau de drainage, destiné à évacuer les excès d'eau de pluie ou d'irrigation et à assurer la vidange des repères au moment de la récolte.

Les débits à prendre en compte sont de 1,2 l/ha/sec pour les terres à coton, et 2 l/ha/sec pour les rizières.

Les modules de débits de drainage sont les suivants :

10 ha	3,3 l/ha/sec
100 ha	1,9 —
1.000 ha	1,1 —
1.000 ha	0,6 —

Les canaux sont dimensionnés dans chaque casier en fonction de la répartition des deux cultures et des jachères. Le passage de l'assolement coton-jachère à l'assolement coton-riz a nécessité un important travail de rajustement des dimensions du réseau.

L'ensemble du réseau d'irrigation est partagé entre plusieurs systèmes.

On trouve, axés sur le Fala de Molodo et son prolongement, les systèmes du Kala supérieur, Kala inférieur, Kouroumari, Mema ; axés sur le marigot de Boky-Wéré et en bordure du Niger, qui devait être endigué jusqu'en amont de Mopti, le vaste système du Macina partagé en deux par le marigot du Diaka qui devait être également endigué.

La mise en valeur est actuellement cantonnée dans les systèmes du Kala inférieur et du Kouroumari pour le coton et le riz d'une part, la pointe ouest du système du Macina pour le riz d'autre part.

Extension actuelle des aménagements. L'implantation du système central du Kokeri Kareri Farimaké, qui devait être axé sur le canal de Diouré, en prise sur le marigot de Boky-Wéré n'a jamais été envisagée.

A la fin de la campagne 1958-1959, on en était au point suivant de l'extension des aménagements.

Systèmes	Casiers	Irrigables	Surfaces aménagées	Hectares restant à aménager
Kala inférieur	Molodo	13.272	7.341	5.731
	Kolodougou	2.424	1.818	690
		11.495	8.382	3.113
	N'Delougou	9.755	2.630	7.125
	Siengo	9.602	3.084	6.518
		46.548	23.255	23.293
Kouroumari ouest	Kogoni	6.269	2.134	4.135
	Sonsolo	13.599	4.657	8.942
	Autres	5.642		5.642
		25.510	6.791	18.719
Kouroumari est		30.080		30.080
Macina	Boky Wéré	13.610	12.653	957
	Kokry	5.056	1.751	3.305
	Macina Fy	37.028		37.028
		55.694	14.400	41.290
Totaux généraux		157.832	44.450	113.382

III) Organisation de l'Office. Structure du service de l'exploitation

L'Office du Niger, établissement public, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, a été constitué à l'origine par décret du 5 janvier 1932. Son siège est à Ségou. Le décret du 18 juillet 1948, complété par le décret du 22 octobre 1954, précise qu'il a pour objet la mise en valeur par l'irrigation de la vallée du Niger, l'exécution des travaux, l'aménagement, la colonisation et l'exploitation des terres commandées par les aménagements hydrauliques, notamment ceux de Sansanding, de Sotuba, de la région lacustre, ainsi que toutes études et travaux y relatifs. Par conséquent l'Office pouvait en principe exercer son activité sur toute la vallée.

Le décret du 11 octobre 1954 a placé l'Office sous l'autorité du Ministère de la France d'Outre-Mer.

Ces statuts sont en cours de révision afin d'être adaptés aux nouvelles institutions politiques et structures administratives des républiques africaines riveraines intéressées par les activités de l'Office. Ces activités ont un double caractère : d'une part l'Office constitue par les services des études générales, des travaux neufs et des recherches agronomiques une sorte d'entrepreneur d'études et de travaux publics, qui procède à l'étude, à la construction et au fonctionnement d'ouvrages de génie civil, dont l'intérêt dépasse souvent son propre cadre ; d'autre part il est exploitant agricole par son service de l'exploitation, qui met en culture les terres, collecte les produits, les transforme dans des usines et les vend.

Deux formules sont appliquées :

l'exploitation en régie directe : casier rizicole mécanisé de Molodo et cultures du service des recherches agronomiques ;

le recrutement et l'installation de colons africains, qui reçoivent des terres, une dotation ou avance d'outillage, d'habitation et de semences. Ils sont propriétaires de leurs récoltes, mais ne peuvent accéder à la propriété de la terre, sous réserve de versements de redevances diverses : taxe d'eau, taxes pour travaux mécaniques.

Un arrêté du 31 décembre 1955, modifié par arrêté du 29 septembre 1958, règlemente l'attribution et l'exploitation des terres aménagées par l'Office du Niger.

Les colons sont groupés dans chaque centre de colonisation en associations agricoles, qui gèrent les intérêts communs des colons du centre et qui ont le caractère juridique de coopérative. Leurs attributions statutaires sont très étendues mais ne sont que partiellement remplies.

Une délégation au paysannat est chargée des études relatives à l'organisation et au fonctionnement des associations agricoles et, d'une façon générale, concernant l'amélioration et l'harmonie des rapports entre l'Office et les colons.

Le service de l'exploitation a réparti l'ensemble des terres confiées à l'Office du Niger en plusieurs centres, constituant autant d'unités d'exploitation, eux-mêmes partagés en secteurs de colonisation ou centre de cultures.

Centre colonisé de Baguineda	.....	trois unités de culture	
— — de Molodo	.....	une	—
— — de Niono	.....	six	—
— — de Kokry Kolongotomo	.....	six	—
— — de Kouroumari	.....	une	—
— rizicole de Molodo	.....	cinq	—

Chaque centre dispose de plusieurs sections spécialisées : vétérinaire, transport, machines et tracteurs, génie rural, ateliers ruraux.

Pour le traitement des récoltes et leur commercialisation l'Office du Niger dispose de :

quatre rizeries : Tienfala, Molodo, Kolongotomo, Kokry,
deux usines d'égrenage : Niono,
une huilerie-savonnerie : Niono,
un atelier de broyage d'os : Baguineda,
six magasins généraux : Ségou, Baguineda, Molodo, Kolongotomo, Kokry, Tienfala.

IV) Evolution et importance de la mise en valeur

Les premières extensions datent de 1935, année de mise en culture de 457 ha dans le Macina.

A la fin de la campagne 1958-59, les aménagements couvrent 44.450 ha et les derniers résultats connus de campagne agricole, année 1957-58, se présentent ainsi :

Population : 32.157 personnes dont 8.549 travailleurs.
Cheptel bovins : 17.586.
Surface totale cultivée : 48.430 ha comportant en plus du riz et du cotonnier :

5.385 ha de cultures diverses hors casiers.
579 ha au service de recherches
554 ha de jachère riz
2.964 ha de jachère cotonnière.

Soit pour le riz de rapport	30.044 ha
le riz dit vivrier	697 ha
le riz hors casiers sous contrat	780 ha
	31.521 ha
le riz du service de recherche	301 ha
Total	31.822 ha
pour le cotonnier :	
cotonnier en colonisation	5.422 ha
cotonnier du service de recherches	127 ha
Total	5.549 ha

Un développement de cette importance ne s'est pas réalisé sans à-coups et sans crises de croissance. En retracer l'histoire c'est un peu relever les obstacles qu'il a fallu surmonter ou qui continuent à s'opposer à une progression continue et sans heurt des cultures. Certaines des erreurs initiales n'ont pas fini d'hypothéquer l'entreprise et de nuire à son développement. Schématiquement on peut distinguer quatre périodes.

La première période va de 1934-35 à 1944-45, soit dix ans.

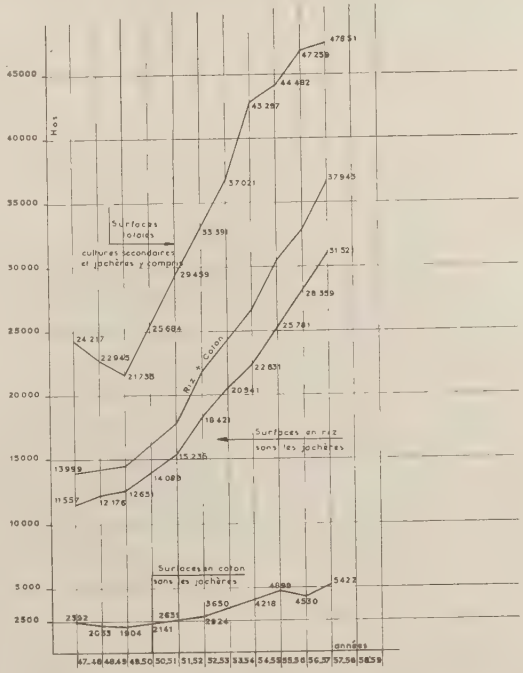
La création de l'Office du Niger répondait à deux préoccupations majeures des Pouvoirs Publics :

atténuer la dépendance extérieure de l'industrie textile française pour ses approvisionnements en coton, cause importante de déficit de la balance commerciale métropolitaine ;

constituer, au cœur de l'Afrique, un véritable grenier vivrier, libéré des caprices du climat, pour pallier les disettes locales, encore fréquentes dans les campagnes, et participer au ravitaillement des principaux centres urbains de l'A O F en plein essor.

On conçoit que la guerre ait avivé l'intérêt porté à cette double tâche. D'où une mise en valeur hâtive et mal étudiée, qui conduisit l'Office à une impasse sur les trois voies techniques, économiques et humaines.

La deuxième période, dite de pause, va de 1945-46 à 1949-50. Elle a été marquée par l'arrêt des grandes extensions, l'amélioration des aménagements intérieurs, une remise en ordre de l'exploitation des terres et des rapports avec les



Surfaces cultivées. Evolution de 1947 à 1957-1958 (579 ha, surface des recherches, non compris).

colons, des études agronomiques plus poussées, qui firent considérer sous un jour plus favorable de nouvelles perspectives d'extension et permirent d'en fixer les principales techniques et les nouvelles modalités d'exploitation.

La troisième période s'est achevée avec la campagne 1950-51. Les extensions ayant repris à un rythme rapide, la pratique n'a pas confirmé tous les espoirs mis dans les nouvelles conditions d'exploitation des terres. Reposant principalement sur une mécanisation poussée et généralisée des travaux de préparation des terres, elles ont été affectées par la hausse considérable du coût de ces opérations. Il en est résulté un affaiblissement de la situation économique de l'Office et une détérioration sensible des rapports avec les colons, causée par l'incapacité à relever sensiblement le rendement des cultures, notamment celle du cotonnier et de porter la productivité des terres à un niveau en rapport avec l'importance des charges, qui pèsent sur l'exploitation du fait de la mécanisation et qui amputent sensiblement le revenu des colons.

La quatrième période a débuté avec la décision d'adopter un nouvel assolement, qui devrait en principe, par la rotation riz-coton sur les mêmes terres, rétablir la situation, mais la décision reste controversée ; l'Office du Niger une fois de plus est à la croisée des chemins et cherche sa voie.

On voudrait par la présente analyse de la situation de l'Office aider à cette recherche dont l'importance doit être soulignée. L'Office du Niger occupe une place à part et de choix dans l'économie de la République du Soudan. Il absorbe une part considérable des investissements réservés au développement agricole du pays. Quelles que soient les critiques, que puissent motiver ses résultats économiques et sa gestion financière, il n'en est pas moins l'élément polarisateur des activités économiques d'une grande partie de la vallée, en raison du volume de ses productions et surtout de ses excédents commercialisables, de la masse de salaires qu'il distribue, de la capacité de consommation des colons, des nombreux salariés qu'il emploie et, d'une façon générale, du mouvement d'affaires que toutes ces activités entretiennent. La masse des colons, plus évolués, groupés et encadrés, est une force politique non négligeable, très attentive à la sauvegarde de ses intérêts.

D'autre part, l'Office du Niger constitue, par la valeur du patrimoine de connaissances, que ses services ont accumulées sur la vallée, par l'expérience de son personnel, l'importance de ses équipements et de ses moyens d'action, un instrument de développement agricole, qu'on ne saurait raisonnablement envisager de laisser inutilisé et encore moins de disloquer.

CHAPITRE II

LES HYPOTHÈQUES AU DÉPART FACTEURS PRINCIPAUX LIMITANT OU ENTRAVANT LA MISE EN VALEUR

Avec ses 45.000 ha de terres irriguées et près de 50.000 ha cultivés en 1958, l'Office du Niger se classe parmi l'une des plus grandes entreprises de mise en valeur agricole des pays sous-développés de la zone intertropicale. C'est encore pourtant un bilan de réalisation fort modeste, au regard des immenses étendues irrigables commandées par le barrage de Sansanding estimées à 960.000 ha en 1932, 450.000 ha en 1945 et ramenées à 300.000 ha en 1958, sans régularisation du débit du fleuve.

Par sa conception, l'aménagement exigeait la mise en place immédiate du grand barrage commandant l'ensemble de l'ancien réseau de défluence. Par là même, il condamnait l'entreprise au gigantisme et imposait un rythme d'extension des casiers irrigables, qui fut à la mesure de l'investissement initial. Les embarras économiques de la guerre et de l'après guerre ont incliné aussi aux réalisations rapides. Mais les vicissitudes de l'exploitation ont bien vite démontré que les possibilités agricoles réelles des terres du delta central n'avaient pas été jaugées à leur juste valeur et se trouvaient limitées et freinées par des facteurs physiques (régime hydraulique, climat, sol), économiques (servitudes de l'éloignement, coût des transports) et humaines (aptitudes et habileté agricole des colons).

I) Régime hydraulique du fleuve

On sait que le régime hydraulique du fleuve ne permet des prélèvements de débits importants pour l'irrigation qu'entre le 15 juin et le 15 janvier.

A Koulikoro, la moyenne mensuelle des débits pour la période 1907-1957 est la suivante en m³/seconde ;

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Module
399	192	100	67	45	361	1.239	3.214	5.284	4.560	2.088	864	1.545 m³/s

Il s'en suit que la période d'irrigation coïncide de juin à fin septembre avec la saison des pluies.

Ecartant le casier autonome de Baguineda, proche de Bamako, qui bénéficie d'une pluviométrie moyenne de près de 1.100 mm, les casiers de l'Office se situent entre l'isohyète 625 mm sur le fleuve et 500-520 mm au Kouroumari.

	Nombre d'années d'observation	Moyenne	Ecarts
Baguineda 1935-54	20	974 mm	1.224,9 mm 708,4 mm
Niono 1937-54	18	565 »	788 » 452,0
Kayo 1945-54	20	618 »	841,6 » 459,1
Kogoni 1947-54	8	519 »	838,1 » 398,1

Le régime hydraulique a les conséquences suivantes :

1) Une meilleure connaissance des besoins en eau des cultures de riz et coton a progressivement amenuisé les estimations de surfaces irrigables par le fleuve. La dernière, en 1955, se présente ainsi avec des modules en tête de réseau de :

Riz : mise en eau 3 l/ha/s, entretien 2 l/ha/s.
Cotonnier : 1,3 l/ha/s.
Perte globale sur l'ensemble du réseau adducteur : 145 m³/s.

Casiers cotonniers, 230.000 hectares :

Cotonnier 2/5 de la surface ..... 92.000 ha
Jachère cotonnière 2/5 de la surface ..... 92.000 ha
Riz vivrier 1/5 de la surface ..... 46.000 ha

Casiers rizicoles :

Macina ..... 55.000 ha
Kala et Kouroumari ..... 15.000 ha } 70.000 ha

Cotonnier américain seulement. Semis le 15 juin, irrigation du 15 juin au 15 juillet, végétation avec les pluies du 15 juillet au 15 septembre, irrigation du 15 septembre au 15 janvier.

Riz. Semis et irrigation le 15 juin, arrêt de l'irrigation au 15 octobre.

Le système d'exploitation, assez extensif pour le cotonnier, est le seul qui tient dans les limites des possibilités de prélèvement sur le débit du fleuve ; encore peut-on craindre son insuffisance en juin, imposant un décalage de quinze jours dans les semis de riz.

Les autres systèmes de culture envisagés jusqu'à présent pour intensifier l'exploitation des terres aménagées, améliorer leur productivité et, par voie de conséquence, la rentabilité des investissements, s'ils ne se heurtaient à des difficultés techniques qui seront analysées plus loin, ne pourraient, en tout état de cause, être appliqués et généralisés sans une ponction d'eau au fleuve dépassant largement le débit d'étiage, nécessitant un barrage régulateur en amont.

Exemples :

α. Même système que ci-dessus mais préirrigation des terres à partir du 15 mai et prolongation des irrigations jusqu'au 15 mars pour les cotons égyptiens.

Répartition de la surface en cotonnier :

	Débit du fleuve à Koulikoro moyenne du mois m³/seconde		Débit nécessaire m³/seconde
Cotonnier américain 70.000 ha égyptien 160 000 ha Soit en cultures effectives	15 mai	45	256,6
	15 juin	361	567 6
Cotonnier 4/5 $\frac{70.000}{2}$ + 4/5 $\frac{160.000}{2}$ = 92.000 ha	15 janvier	399	238,2
	15 février	192	238,2
Riz d'assolement 1/5 (70.000 ha + 160.000 = 46.000 ha	15 mars	100	179,4
Casiers rizicoles 70.000 ha			

β. Assolement riz-cotonnier, généralisé sur les casiers cotonniers. Soit en cultures effectives :

Cotonnier américain	35.000 ha	15 mai	45	463,6
Coton égyptien	80.000 ha	15 juin	361	701,0
Riz d'assolement	115.000 ha	15 janvier	399	268,1
Casiers rizicoles	70.000 ha	15 février	192	268,1
		15 mars	100	200,0

γ. Assolement riz-cotonnier généralisé comme ci-dessus et deux cultures successives de riz dans les casiers de riz industriel :

15 mai	45	463,6
15 juin	361	701,0
15 janvier	399	435,6
15 février	192	435.5
15 mars	100	435,5
1er avril	67	207,4
1er mai	45	40

L'échec technique de la culture du cotonnier égyptien et des cultures de riz de contre-saison rend, pour le moment, sans objet une analyse économique en vue d'estimer l'éventuelle rentabilité d'un barrage réservoir régulateur, en fonction de ses effets économiques favorables ou défavorables sur l'ensemble de la vallée, le plus clair des effets économiques favorables étant apporté par les réformes des systèmes d'exploitation de l'Office.

2) Par rapport à un cycle normal de végétation de cultures d'hivernage, l'irrigation corrige l'irrégularité et l'insuffisance des pluies à partir du semis et permet de prolonger de trois à quatre mois la végétation active, mais pendant la période froide de l'année. Il s'ensuit que la terre est condamnée au repos pendant quatre à cinq mois et ne peut pas être exploitée d'une façon soutenue par des cultures pérennes ou par des cultures saisonnières successives.

3) Le débit limité du fleuve avant le 15 juin ne permet de bénéficier des avantages de l'irrigation, pour la préparation des terres et l'avancement des semis, que sur des surfaces réduites et ce d'autant plus que l'on se rapproche de la période d'étiage.

Pour ces divers motifs, on ne pourrait envisager l'extension sur de grandes surfaces des cultures de riz de contre-saison, de cotonnier égyptien, dont la cueillette se poursuit de novembre à avril et des semis plus hâtifs de riz et de cotonnier, si tant est que les techniques aussent au point, sans la construction d'un grand barrage réservoir régulateur du débit du fleuve.

4) Le cotonnier égyptien non seulement ne peut bénéficier de l'irrigation prolongée, qui lui serait nécessaire, mais souffre de l'excès des pluies, qui favorise le développement du black arm, redoutable maladie. Il semble qu'il faille pousser les aménagements dans le système le plus septentrional du périmètre de l'Office jusqu'au Mema pour trouver des conditions de pluviométrie plus favorables (400 mm par an) et se rapprochant de celles du Gesirah Scheme. La tentative de cultures au Kouroumari s'est soldée par un échec, les précipitations étant plus abondantes, que ne laissaient supposer les relevés météorologiques antérieurs.

Il semble cependant que le climat n'explique pas tout et qu'il faille rechercher aussi, dans certains défauts des sols, la cause de la virulence de la maladie.

5° La conjonction de fortes pluies en août-septembre et d'un débit d'entretien des rizières

mal contrôlé et trop généreux entraîne un engorgement temporaire de la colature, fort préjudiciable au riz et au cotonnier et favorisant l'envahissement des rizières par les mauvaises herbes. Tel est le cas notamment dans le casier de Niono et de Boky Wéré ; le drain principal de Boky Wéré aboutit au marigot de Bolodiani, qui ne peut être vidangé vers le fleuve aux hautes eaux.

II) Nature et vocation agricole des terres

On sait que les terres irrigables du delta mort sont composées d'alluvions subrécentes provenant, en dernière analyse, de la désagrégation des roches cristallines du bassin supérieur et gréseuses du bassin moyen, mais très fréquemment par l'intermédiaire de nappes d'alluvions plus anciennes remaniées par le fleuve (Tricart).

L'exondation définitive du delta mort est relativement récente. Placés sous un climat semi-aride de 600 mm à 300 mm, les sols n'ont subi qu'une évolution très lente et peu accentuée sous une végétation steppique ou de savane à épineux (Dabin).

Morphologiquement ils se classent dans les sols bruns ou brun-rouge. Ces derniers sont plus fréquents dans la partie la plus méridionale à la faveur d'un climat plus chaud et d'une pluviosité plus grande. Les réactions d'hydrologie sont ici plus accrues. Il y a un début d'accumulation de fer en profondeur sous une forme diffuse. La matière organique de l'horizon superficiel tend à disparaître et la structure granulaire s'efface. En même temps le complexe absorbant s'appauvrit en base et le pH devient franchement acide.

Dans les parties déprimées, où s'accumulent les eaux de ruissellement il se forme des argiles noires tropicales.

Contrairement aux bassins du Sénégal et du Tchad, les sols salins riches en sels solubles, mais dont le complexe absorbant n'est encore que faiblement enrichi en sodium, n'occupent que des surfaces exiguës dans les dépressions ou à la périphérie des surfaces inondées.

Les sols à alcalis, caractérisés par l'enrichissement de leur complexe absorbant en Na (ou parfois Mg) échangeables, à structure diffuse, imperméable et stérile, sont encore plus rares.

Cependant, dans certains sols du delta, l'action néfaste de l'ion sodium sur la structure du sol peut se manifester, bien que les teneurs absolues en sodium soient faibles, si la proportion de sodium par rapport au calcaire dans le complexe absorbant est assez élevée (Dabin).

L'évolution des sols, pour être lente et peu marquée, n'en est pas moins apparente. Elle se manifeste par :

La formation de nodules calcaires et de gravillons ferrugineux.
Un début d'horizon illuvial par lessivage, sur certains sols.
Des remaniements superficiels par érosion éolienne ou érosion pluviale en nappe.

Les concrétions calcaires sont généralement associées aux sols bruns ou noirs et les gravillons ferrugineux aux sols brun-rouge. On les attribue à une double origine :

Ils pourraient être des témoins d'anciens sols forestiers ou de savanes boisées de l'époque plus humide du néolithique. Ces éléments auraient pris naissance en profondeur, dans la zone d'aspiration des racines, mais sont venus en surface sous l'influence de l'érosion.

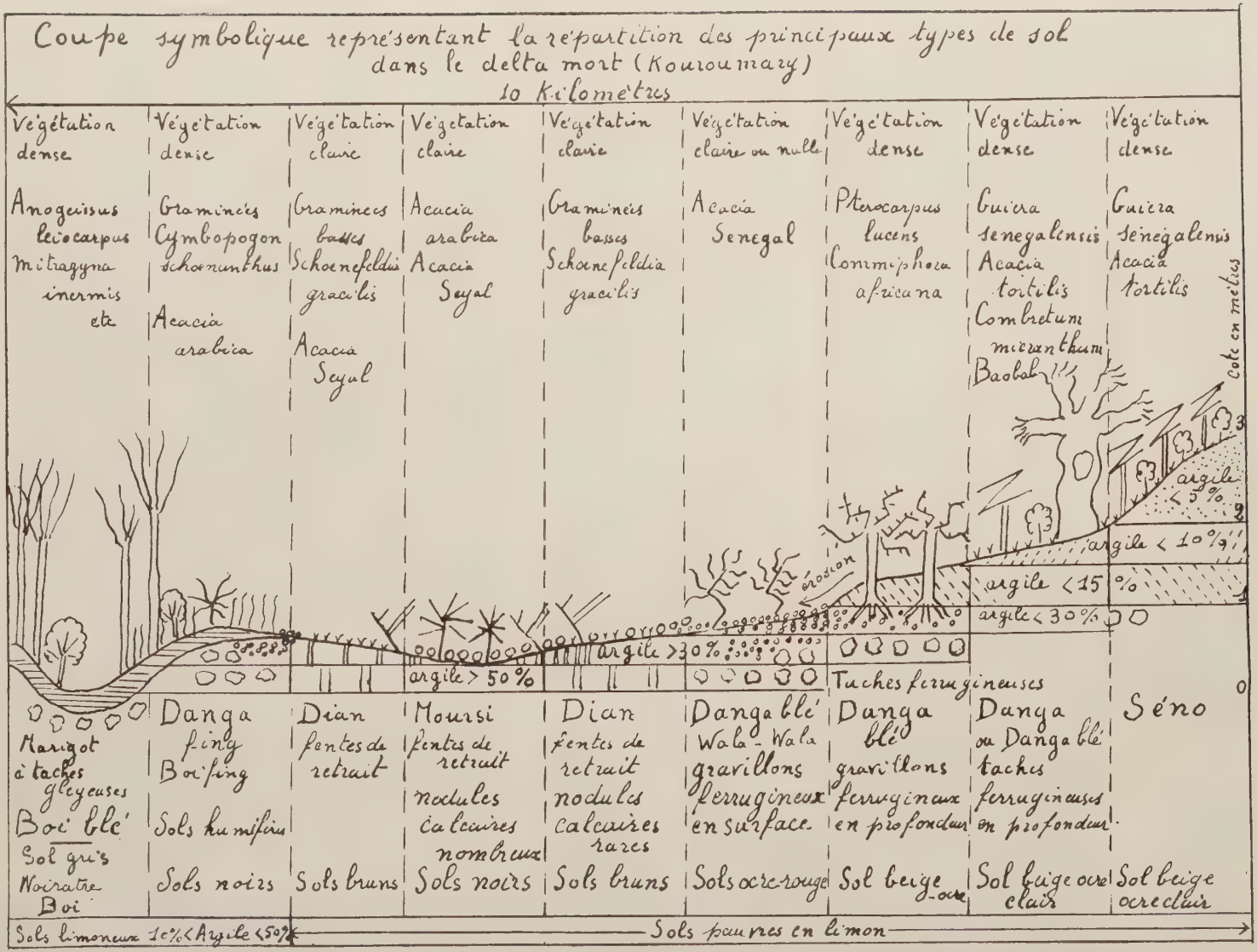
Ils seraient la conséquence de l'action d'une nappe phréatique à niveau fluctuant, autrefois assez proche de la surface, pour que par évaporation les éléments alcalins ou les hydrates de fer se déposent.

Pour certaines terres particulièrement battantes (Danga), il s'est produit une migration lente des éléments colloïdaux en suspension, de la surface vers la profondeur, décelée par un accroissement en profondeur de l'argile.

Les remaniements superficiels sont commandés par la topographie spéciale des zones deltaïques. Ils expliquent la répartition des différents types de sol. M. Dabin en a donné le schéma général dans une coupe symbolique (croquis n° 15).

Nous donnons ci-dessous quelques brèves indications sur la nature de ces sols.

Seno : formation dunaire très sablonneuse.
Danga : sol beige, sablo-limoneux, battant en saison des pluies, très dur en saison sèche.


Coupe symbolique représentant la répartition des principaux types de sol dans le delta mort (Kouroumary)
10 Kilomètres
Végétation dense
Végétation dense
Végétation claire
Végétation claire
Végétation claire ou nulle
Végétation dense
Végétation dense
Végétation dense
Anogeissus leiocarpus
Mitragyna inermis
etc
Graminées
Cymbopogon schoenanthus
Acacia arabica
Graminées basses
Schoenefeldia gracilis
Acacia Seyal
Acacia arabica
Acacia Seyal
Graminées basses
Schoenefeldia gracilis
Acacia Senegal
Pterocarpus lucens
Commiphora africana
Guiera senegalensis
Acacia tortilis
Combretum micranthum
Baobab
Guiera senegalensis
Acacia tortilis
Cote en mètres
argile < 5 %
argile < 10 %
argile < 15 %
argile < 30 %
argile > 30 %
argile > 50 %
Tuches ferrugineuses
Erosion
Marigot à taches glèyeuses
Bori blé
Sol gris
Noiratre
Bori
Danga
fing
Borifing
Sols humifères
Sols noirs
Dian
fentes de retrait
Sols bruns
Moursi
fentes de retrait
nodules calcaires nombreux
Sols noirs
Dian
fentes de retrait
nodules calcaires rares
Sols bruns
Danga blé
Wala-Wala
gravillons ferrugineux en surface
Sols ocre-rouge
Danga blé
gravillons ferrugineux en profondeur
Sol beige
Danga ou Danga blé
taches ferrugineuses en profondeur
Sol beige ocre clair
Séno
Sol beige ocre clair
Sols limoneux 10% < Argile < 50%
Sols pauvres en limon

Croquis 15

Dangablé : sol d'un rouge plus ou moins foncé, limono-sableux à limono-argileux, généralement friable en surface, provenant de l'érosion danga ; dans les zones très érodées, il peut être recouvert de gravillons ferrugineux.

Danga fing : sol beige, noirâtre analogue au Danga, mais plus riche en limon et matières organiques, non crevassé.

Dian : sol brun, argilo-sableux, très compact, présentant fréquemment de larges fentes de retrait.

Dian perré : sol brun très argileux, largement crevassé.

Moursi : sol noir, très argileux, à structure grenue, friable en surface, contenant de nombreux modules calcaires et largement crevassé.

Boi et bloi blé : sol gris ardoisé, limoneux à limono-argileux, plus ou moins compact, relief tourmenté, avec ou sans fentes de retrait, plus argileux en profondeur, avec des tâches ferrugineuses plus fréquentes chez les boi blé ; généralement fonds de mares ou de marigots.

Boi fing : sol noir, limono-argileux à limoneux, humifère, friable en surface, à structure granuleuse, non crevassé, nombreuses taches ou traînées ferrugineuses en profondeur.

Les sols boi fing de Macina appartiennent déjà au delta vif. Ils sont composés d'alluvions plus récentes, et beaucoup plus limoneuses. Leur évolution est marquée par un engorgement temporaire de surface ou d'ensemble (sols hydromorphes) donnant naissance aux tâches ferrugineuses.

Les sols seno, danga, dian, moursi, se rencontrent dans tout le delta. Il semble que les sols dian, moursi, soient plus étendus dans la zone septentrionale d'épandage : Mema et Kouroumari. Les sols danga fing et boi prédominent dans le Macina, mais peuvent occuper les emplacements d'anciens marigots du Kala et du Kouroumari. Les sols danga blé sont liés aux phénomènes de déflations éoliennes sur les pentes (Kala et Kouroumari).

Les principales difficultés rencontrées dans la mise en culture des sols du delta mort procèdent des aspects suivants de leur nature et de leurs propriétés :

hétérogénéité des terres associée à un microrelief très tourmenté, notamment sur les moursi ;

structure défectueuse de la plupart des types de sol, très vite aggravée par la culture et par l'irrigation.

Le premier défaut ne facilite guère un parcellement rationnel des terres aménagées, en fonction de la répartition des principaux types de sol, pour tenir compte de leur vocation et adopter dans chaque parcelle les techniques culturales et le régime d'irrigation appropriés au type de sol dominant.

D'autre part, il impose un planage très minutieux et fort coûteux, qui alourdit sensiblement le prix de revient des aménagements.

Le deuxième défaut est le principal handicap de l'exploitation. On peut dire que la qualité de la structure du sol commande sa vocation culturale et son comportement sous irrigation.

Les sols danga et, à un moindre degré, dian et boi ont une structure instable par faible cohésion des agrégats et forte affinité pour l'eau. Sous l'effet de la pluie ou de l'irrigation, les agrégats se disloquent et le sol se transforme en boue fluide. Cette forte dispersion colloïdale serait liée à un rapport Na/Ca élevé du complexe absorbant. Le sol devient battant, superficiellement et imperméable. Dès que les pluies ou l'irrigation cessent, l'action de dessiccation en milieu dispersé donne une structure porphyropeptique, c'est-à-dire que les grains de sable et les agrégats persistants sont noyés dans un ciment homogène. Le sol devient compact et dur comme pierre. Il oppose une forte résistance à tout travail mécanique et, quand sa cohésion est détruite, il tombe en poussière.

Les sols moursi manifestent une forte adhésion des agrégats, grâce à leur forte teneur en argile, et une faible affinité pour l'eau en raison de la richesse en Ca de leur complexe absorbant. Sous l'effet des pluies ou de l'irrigation, la dispersion est nulle ou faible ; le sol reste floculé et garde une bonne perméabilité. La cohésion des agrégats maintient la friabilité du sol en saison sèche.

Dans une moindre mesure les sols danga blé présentent les mêmes propriétés.

La mauvaise structure d'une grande partie des terres de l'Office du Niger entraîne les conséquences suivantes pour la culture.

a) Les périodes favorables aux travaux du sol sont étroitement limitées, notamment en cas de labour attelé.

Au cœur de la saison sèche, il faut des engins lourds et des tracteurs très puissants pour rompre la cohésion du sol. L'ameublement obtenu est imparfait (le sol tombe en poussière) et disparaît très vite pas tassement.

b) La perte de structure a des effets limités en rizière. Cependant le ressuyage des terres de rizières s'effectue plus lentement et retarde la moisson mécanique ; les touffes tiennent mal au sol et se déracinent en cas de verse.

c) Le cotonnier ne prospère que sur un sol meuble, bien ressuyé et aéré. Sur les terres à structure peu stable, il suffit d'une forte pluie ou d'une irrigation trop copieuse pour créer en surface une couche de terre à structure dispersée, absolument imperméable et asphyxiante. Lorsque le terrain est mal plané, ces défauts sont aggravés par la présence de nombreuses cuvettes fermées sans écoulement, où l'eau stagne.

Le comportement du sorgho n'est pas très différent, ce qui explique le peu de succès de la culture sur certaines des terres irriguées.

Vocation agricole des terres du delta mort

On peut tirer de cette étude succinte des sols du delta mort les conclusions suivantes :

a) En raison de leur origine, les dépôts alluvionnaires du fleuve n'ont pu donner naissance à des sols d'une grande fertilité minérale.

Bien que l'évolution de ces sols, depuis l'asséchement du delta, soit peu accentuée, elle les a souvent marqués dans un sens défavorable à leur vocation agricole :

Enrichissement en sables fins éoliens.

Appauvrissement en bases du complexe absorbant, sauf pour les sols moursi, entraînant un enrichissement relatif en Na (Danga).

Diminution de la teneur en matière organique, en colloïdes humiques et en azote.

Formation en profondeur de nodules calcaires ou de gravillon ferrugineux mis à nu par l'érosion pluviale.

b) Ces phénomènes ont affecté différemment les terres selon leur position topographique et accusé la diversité des sols. Pour la plupart d'entre eux, ils ont entraîné la dégradation de la structure, notamment par destruction des colloïdes humiques et l'appauvrissement en éléments minéraux, en particulier l'azote.

D'une manière générale les sols du delta mort ont des teneurs en matière organique peu élevée de 0,4 %, dans les sols les plus sableux (seno) à 1 % dans les sols les plus argileux, au lieu de 2% dans les sols boi fing du delta vif. La teneur en azote varie entre 0,2 à 0,6 %, contre 1 % pour les boi-fing.

c) La culture accélère la détérioration de la structure par destruction rapide de la matière organique et l'effet dispersant de l'irrigation.

d) La fertilité minérale modérée des terres du delta n'est pas un obstacle à leur exploitation intensive. Mais en dehors du riz qui s'accommode (non sans quelques réserves) d'un milieu dispersé, la plupart des cultures que l'on peut envisager, et notamment celles du cotonnier, du sorgho, des Légumineuses à graines, ne peuvent prospérer sans amélioration des sols de structure défectueuse, qui couvrent plus de la moitié des surfaces irrigables.

e) L'amélioration de la stabilité structurale peut être obtenue par enrichissement du sol en matière organique ou par le chaulage. Mais ces opérations ont pour effet :

de mobiliser une partie des terres aménagées sans production directe en contre partie (sole d'engrais vert) ou par une production très faible (prairies ou jachères pâturées) ;

d'alourdir les frais d'exploitation des terres.

III) Aptitudes agricoles des colons. Rapport des colons avec l'Office

Il n'est pas inutile de rappeler les obstacles, qui s'opposent à la modernisation des techniques agricoles dans une société rurale traditionnelle, ainsi que l'obligation d'une habile action d'informa-

tion en vue d'adapter les transformations techniques à la capacité d'évolution de cette société et d'entraîner leur accord et leur participation active.

Cette mission s'avère particulièrement délicate lorsqu'il s'agit d'une entreprise de colonisation comme l'Office du Niger, qui a rassemblé sur ses terres des colons d'origines, de races et de croyances diverses, qui ont dû rompre brutalement avec leur milieu traditionnel, leurs anciennes techniques culturales et se sont trouvés, du jour au lendemain, uniformément astreints à se plier à de nouvelles techniques agricoles et à un tout autre genre de vie.

Bien que l'Office se soit attaché à grouper autant que possible les colons en respectant leurs races et leurs origines, le domaine d'un village de colonisation n'a rien de commun avec le terroir d'un village de brousse, cadre de développement d'une vieille collectivité humaine, dont les membres, liés par une communauté de traditions, des liens de famille et d'interdépendance, pratiquent l'entraide et reconnaissent l'autorité du même chef.

La mission d'amalgamer les éléments de ce peuplement hétérogène et de faire naître progressivement de véritables collectivités villageoises, adaptées à un tout autre rythme d'occupations, revenait en principe aux associations syndicales groupant les colons de chaque centre. Ces associations sont investies, par leurs statuts, d'attributions très étendues concernant toutes les opérations collectives nécessaires à la bonne exploitation des terres aménagées, à l'entretien des aménagements, à la commercialisation des récoltes. En fait elles se sont révélées inaptes à assumer de telles responsabilités, dont l'Office du Niger a progressivement pris la charge.

Il s'ensuit que les colons n'ont pas conscience de former une véritable communauté et de travailler leur terre. Ils gardent l'impression de travailler pour une entreprise, qui leur est étrangère et dont ils sont les employés. L'autorité de l'Office est subie plus qu'acceptée. Lorsque l'Autorité s'effrite, faute de pouvoir sanctionner les défaillances et d'évincer les mauvais colons, il devient, dans le climat politique actuel, difficile de faire accepter les disciplines collectives de travail qu'impose l'exploitation des terres irriguées. Les colons multiplient les négligences dans la conduite des cultures et réservent souvent leurs soins aux cultures hors casiers non soumises à redevances.

L'importance des prélèvements effectués sur les récoltes pour régler les façons mécaniques exécutées par l'Office sur leur terre, et dont le coût a considérablement augmenté, sans que les prix des produits agricoles marquent une hausse sensible, a pu aussi les décourager.

Beaucoup d'entre eux se sont progressivement endettés, soit auprès de l'Office pour non-paiement des redevances sur de trop maigres récoltes, soit auprès des autres exploitants.

Une inégale répartition des revenus entre colons, dus à l'astuce ou au travail, a progressivement accusé les différences de situation : il est des colons riches et des colons pauvres ; les seconds tombant sous la tutelle des premiers, aux services desquels ils font appel.

Cette situation est donc partiellement imputable aux défaillances de l'Office dans son rôle d'éducateur d'une paysannerie dépaysée, mais il n'en reste pas moins :

1) Que les colons portent une large part de la responsabilité des résultats médiocres de l'exploitation des terres irriguées, leurs négligences rendant inopérantes les améliorations techniques.

2) Que les colons sont conscients des avantages réels de leur situation par rapport aux agriculteurs de brousse, malgré l'importance des redevances et ne désirent nullement quitter l'Office, sauf lorsqu'ils ont amassé un petit pécule.

3) Que bien au contraire les demandes d'entrée en colonisation sont nombreuses et émanent parfois des propres employés de l'Office. On a enregistré l'année dernière six mille demandes sans propagande.

IV) Les servitudes économiques. Eloignement et distorsion des prix Faible rentabilité de l'investissement

La cherté et l'irrégularité des transports constituent pour l'Office du Niger un très lourd handicap. Les communications avec les ports de la côte, Dakar ou Abidjan, comportent toujours une rupture de charge :

Vers Dakar, le fleuve ou la route jusqu'à Koulikoro 250 km, puis le chemin de fer Dakar-Niger (1.300 km.).

Vers Abidjan, la route jusqu'à Bobo, puis le chemin de fer (788 km).

L'interruption du trafic aux basses eaux provoque un retard de quatre mois dans la commercialisation de la moitié de la production de l'Office du Niger. Les charges qui en résultent sont considérables : lourdeur de la trésorerie, pertes importantes en magasin, très forte capacité de stockage motivant d'importants investissements.

Le coût des transports amplifie les effets d'une distorsion croissante entre : d'une part, le coût des charges et services lié aux salaires et traitements et à l'utilisation de matériels et d'approvisionnements importés, d'autre part le prix des produits agricoles. Le graphique 17 en donne la mesure.

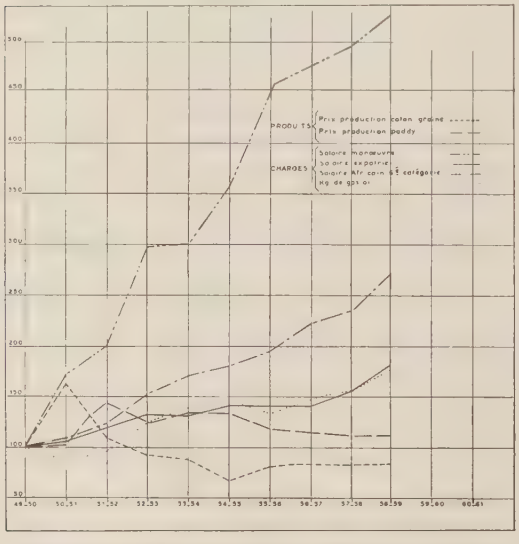


Tableau indiciaire comparatif d'éléments de charges et produits depuis 1949 (base 100 fin 1949)

En définitive l'Office voit s'accuser les inconvénients de la lourde infrastructure inhérente à ce genre d'entreprise, malgré un très réel effort pour comprimer ses frais généraux, tandis que les interventions de modernisation de l'exploitation impliquant des apports extérieurs (motoculture notamment) sont de plus en plus coûteux.

Si on se réfère au plan quadriennal d'extension des terres aménagées pour la période 1956-57, 1960-61, présenté par l'Office du Niger, le prix de revient de l'aménagement par hectare ressort à 185.200 fr pour l'assolement coton-riz et 183.000 fr pour l'assolement riz permanent, sans les installations commerciales et industrielles, y compris les frais généraux du siège social, des études générales et des travaux neufs.

Au même moment la valeur du produit brut de l'exploitation par hectare aménagé pouvait être estimée sur la base des rendements moyens obtenus (1.800 kg pour le paddy et 800 kg pour le coton) et des prix pratiqués (respectivement 12 fr et 33 fr le kilogramme) :

	Assolement riz-cotonnier	Assolement riz permanent
	2/5 cotonnier, 2/5 jachère, 1/5 riz vivrier	
Produit brut à l'hectare.	$\frac{2\times800\times33+1.800\times12}{5}=14.320$ fr/ha	$1.800\times12=21.600$ fr/ha

Sur ces données la rentabilité de l'investissement projeté par nouvel hectare aménagé, calculée sur les résultats effectivement enregistrés, n'aurait été que de 8 % pour l'assolement cotonnier-jachère-riz et vivrier de 11,7 % pour les rizières.

L'Office est donc, en l'état actuel des choses, un instrument d'expansion économique de médiocre efficacité. Convient-il dans ces conditions de poursuivre les extensions ? Est-il possible de relever substantiellement la productivité des terres pour améliorer la rentabilité des investissements ? C'est le problème de l'intensification de l'exploitation qui est ainsi posé. Dans quelle mesure est-elle possible, c'est-à-dire peut-elle être obtenue par des techniques, qui aient l'audience des colons et n'engendrent pas de déficit d'exploitation ?

C'est ici qu'interviennent les servitudes de l'éloignement. Les moyens d'intensification ne procédant pas des améliorations biologiques, du travail du colon, de l'habilité opératoire et qui comportent des apports extérieurs de capital d'exploitation (approvisionnements, matériels) sont techni-

quement efficaces mais souvent ne sont pas rentables, ou lorsqu'ils le sont, atteignent très vite le palier des effets marginaux, au delà desquels toute nouvelle dépense engendre un déficit. *

Il s'en suit que le colon, associé à cette politique d'intensification et qui doit en principe en supporter les frais en payant les redevances, n'en tire qu'un profit limité ou nul, quand il n'est pas appelé, au moins théoriquement, à prendre en compte le déficit des opérations (cas des façons mécaniques).

V) Les voies de redressement

Ces points posés, le redressement doit venir :

1) De l'intensification de l'exploitation par des techniques qui aient l'audience des colons et n'entraînent pas d'endettement.

2) De l'économie des moyens d'exploitation, ce qui est affaire d'organisation et de rationalisation du travail, à l'échelon de l'exploitation élémentaire du colon comme à celui de l'Office, et suppose l'harmonisation des rapports entre les colons et l'Office.

3) D'un changement des rapports de prix dans un sens favorable à la production agricole.

La troisième voie sort du champ d'études de ce rapport, mais il faut souligner que la rentabilité des extensions de l'Office peut être largement influencée par la politique économique générale du Soudan, notamment en matière de prix des transports des produits agricoles.

L'expression intensification de l'exploitation couvre l'ensemble des procédés qui peuvent être appliqués ou expérimentés pour améliorer la productivité des terres aménagées de l'Office, et, par voie de conséquence, la rentabilité de l'investissement. Pour être retenus ces procédés ne doivent pas provoquer de déficit d'exploitation de l'Office ou aggraver les redevances des colons sans réel bénéfice pour eux.

L'expression économique des moyens s'entend de l'ensemble des dispositions qui peuvent être envisagées pour diminuer le coût des opérations et améliorer la productivité du travail.

D'autres mesures peuvent sans doute être envisagées pour engager ce redressement. Elles affectent notamment l'organisation de l'Office et sa structure fonctionnelle ; elles ne sont pas examinées dans la présente étude.

CHAPITRE III

INTENSIFICATION DE L'EXPLOITATION DES TERRES AMÉNAGÉES

L'amélioration de la productivité des terres aménagées peut être obtenue :

1) par le perfectionnement des techniques spéciales aux cultures actuellement pratiquées : cotonnier et riz ;

2) par une amélioration générale de la condition du sol : structure, perméabilité, fertilité ;

3) en réduisant la durée des jachères et accélérant la succession des cultures saisonnières ;

4) en introduisant des cultures nouvelles plus riches, c'est-à-dire de plus grande valeur spécifique et pour lesquelles les frais de transport pèseraient moins sur la valeur des récoltes chez l'exploitant. La diversification des productions aurait d'autre part l'avantage d'atténuer les risques spéculatifs, particulièrement accusés pour les exploitations de monoculture.

Les points 2) et 3) trouvent leurs solutions combinés dans un assolement rationnel.

* Il n'est pas inutile de rappeler que la productivité des terres aménagées du Gésirah Board au Soudan n'est pas supérieure à celle de l'Office du Niger. En effet si les rendements en coton sont doubles, les jachères sont aussi beaucoup plus étendues. La répartition est la suivante : 4/16 cotonnier, 2/16 sorgho, 2/16 dolique, 8/16 jachère. Avec des rendements de 1.500 kg/ha pour le cotonnier et le sorgho et de 600 kg/ha pour les doliques, et en supposant que les prix soient ceux du Soudan : coton 33 fr, sorgho 10 fr, dolique 20 fr le kg, le produit brut par hectare devient :

$$\frac{4 \times 1.500 \times 33 + 2\,(1.500 \times 10 + 600 \times 20)}{16} = 15.750 \text{ fr/ha}$$

Nous allons examiner successivement :

a) L'amélioration des techniques spéciales aux riz et au cotonnier.

b) Le problème de l'intensification :

engrais vert,
double culture,
assolement riz-cotonnier,
association agriculture-élevage.

c) La diversification des productions.

A) Amélioration des techniques spéciales a chaque culture

a) **Riz.**

L'Office dispose d'une gamme de variétés épurées sélectionnées sur ses stations, productives et de bonne valeur technologique, à cycles de développement plus ou moins longs, ce qui permet un bon étalement des semis et une récolte échelonnée de mi-octobre à fin décembre.

Variétés actuelles : hâtives : Dissi, Makalioka 823 ;
saison : Bentoubala ;
tardives : Sikasso B et K.

De nouvelles variétés sont très prometteuses :

très précoces : D 52-37, Kreteck ;
saison : Gambiaka ;
tardives : Ebandioul, Ouindou, Neoukon, Nioumoun.

Les possibilités d'amélioration variétales dans le sens de la productivité, de la valeur technologique, de la plasticité écologique (aptitude à se désaisonner) sont loin d'être épuisées.

Il reste aussi à trouver des variétés à paille plus rigide, pour le secteur mécanisé de Molodo, en vue de faciliter la moisson mécanique, quoique l'on ait maintenant acquis une bonne expérience de ce travail et atténué les inconvénients de la verse.

Les semis hâtifs, en allongeant le cycle de développement augmente en principe le rendement, mais la paille profite plus que le grain de cet allongement. Ils ont aussi l'avantage de décaler les travaux du riz par rapport à ceux du coton.

Dans les conditions présentes, rien ne sert d'accumuler les améliorations variétales, si on ne peut s'attaquer à la cause principale de stagnation ou de régression du rendement :

α) les négligences dans la conduite de l'irrigation et du drainage ;
β) la préparation défectueuse des terres et l'inertie devant l'envahissement par les mauvaises herbes.

Le point α) étant ici écarté, les deux questions β) se trouvent liées car c'est d'abord par une bonne préparation des terres que le contrôle des plantes adventices est possible. Ici encore les principes d'une technique efficace sont désormais dégagés :

1) Le labour profond ne semble une nécessité que pour bousculer et mettre à nu en saison sèche les rhizomes. *O. Barthii*. L'action directe sur le rendement est généralement contestable et l'amélioration du drainage en profondeur est temporaire. Il apparaît que ce labour, au surplus très coûteux, devrait rester l'exception et n'intervenir qu'en cas de nécessité absolue.

Bien plus le labour profond en enfouissant les semences dormantes d'*O. breviligulata* peut aggraver l'infestation par cette espèce, particulièrement dangereuse.

2) Les labours légers de déchaumage constituent la préparation de choix. Exécutés après la récolte (si le bétail ne pâture pas les chaumes), ils facilitent la pénétration des premières pluies et par conséquent l'exécution du labour à la charrue attelée en début de campagne.

3) Contre les riz sauvages *O. glaberrima* et *O. breviligulata* et autres espèces dangereuses, il faut envisager des façons superficielles répétées dès le début des pluies (offset), avant le semis. Pour se donner plus de temps la pratique des préirrigations est conseillée. Les rizières, sont inondées superficiellement en mars, avril et travaillés après ressuyage.

La pré-irrigation peut être suivie du pacage par le bétail qui nettoie le terrain et remplace la façon.

Du fait de la dormance de certaines semences une seule opération est insuffisante. Si elle est répétée durant la même campagne ou plusieurs années de suite, il est possible de purger complètement la terre de ces semences.

La préirrigation ne saurait cependant se généraliser en raison du faible débit du fleuve.

Le temps propice aux façons nettoyantes est relativement limité. En effet, après la moisson, de décembre à février, les semences germent mal parce qu'elles n'ont pas atteint leur maturité physiologique ou à cause du froid. Beaucoup plus tard, en juin-juillet, la germination est bien meilleure mais le travail du sol devient plus difficile et les herbes déracinées ne sont plus détruites.

4) Il est douteux que l'emploi des herbicides, malgré le succès de certains produits (Delapon), puisse se généraliser, en raison des difficultés et des dangers d'utilisation. Ils peuvent cependant être retenus comme moyen d'éliminer les tâches infestées à mesure de leur apparition et de contrôler la végétation des bordures en friche, d'où le mal se propage.

Niveau des rendements

L'atténuation des aléas climatiques et l'uniformisation théorique des conditions d'exploitation des terres laissent cependant encore place à d'amples variations du rendement dans le temps et dans l'espace.

Dans le temps, les rendements moyens des casiers rizicoles de Baguineda, Kokry et Niono entre 1949-50 et 1957-58 ont varié entre :

Baguineda	1.419 kg/ha (1957-58)	1.820 kg/ha (1949-50)
Kokry	1.426 — —	1.896 — (1952-53)
Niono	1.800 — (1953-54)	2.591 — (1956-57)

Dans l'espace les rendements par villages peuvent varier ainsi : campagne 1957-58 :

Baguineda	de 1.262 kg/ha	à 1.729 kg/ha	moyenne 1.414 kg/ha
Kokry	de 1.204 —	à 2.864 —	— 1.426 —
Niono	de 1.264 —	à 2.320 —	— 1.709 —
Kouroumari	de 1.409 —	à 2.884 —	— 2.295 —

En stations les rendements atteignent souvent 3.500 à 4.000 kg/ha et dépassent en moyenne 2.500 kg. A Kayo certaines parcelles, cultivées depuis neuf ans mais propres, ne marquent aucun signe d'épuisement : rendement moyen sans engrais 3.850 kg/ha. Ce n'est donc pas faire preuve d'un excès optimisme que d'admettre qu'un rendement moyen de 2.000 kg/ha devrait normalement être atteint en colonisation.

Que pourraient y ajouter les engrais minéraux. Nous disons y ajouter, car il est parfaitement inutile de prévoir ces fumures si les adventices doivent en être les principales bénéficiaires. L'efficacité technique de l'engrais azoté ne fait pas de doute : 30 kg/ha d'azote ammoniacale (150 kg/ha de sulfate d'ammoniaque) peuvent apporter un complément de récolte de 300 kg soit $300 \times 12 = 3.600$ francs.

Pour s'y retrouver il faut que la fumure minérale (frais d'application compris) revienne moins de $\frac{3.600}{150} = 24$ fr par kg de sulfate d'ammoniaque, ce qui n'est pas le cas. Avec de meilleurs rapports de prix engrais azotés/paddy le rendement moyen pourrait être porté à 2.300 kg/ha.

Il faudrait envisager au bénéfice des utilisateurs d'engrais, une ristourne de 15 % sur le prix de vente, à l'instar de ce qui se fait au Sénégal, afin d'encourager leur diffusion jusqu'au point, où l'importance des débouchés pourrait entraîner une substantielle diminution des frais de vente et la baisse du prix de vente.

On a reconnu que les fumures phosphatées accompagnées de fumures azotées sont efficaces sur les sols à réaction proche de la neutralité ou basiques (moursi). Ici, encore le prix de revient exclut toute application.

Les résultats de la dernière campagne agricole à Niono ont révélé une très nette amélioration du rendement de la sole de riz après coton, qui paraît devoir s'aligner en moyenne sur 2.500 kg/ha sans apport d'engrais.

Pour les rizières des trois villages couvrant 659,4 ha, le rendement a été en quatrième année de rotation cotonnier-riz, c'est-à-dire après deux soles de cotonnier et deux soles de riz, de 2.502 kg/ha.

b) **Cotonnier**

Le bilan de nos connaissances, en vue de maîtriser les difficultés de la culture et d'obtenir un rendement moyen suffisant, est moins satisfaisant que pour le riz.

Depuis vingt années que le coton est cultivé à l'Office du Niger, l'observation et l'expérimentation ont mis en évidence l'effet dominant du microrelief, lequel, quelle que soit la fertilité, masque les autres facteurs du rendement et fait énormément varier l'état végétatif et la récolte (Cf. compte rendu de la campagne 1955-56).

Cette hétérogénéité a quelque peu contribué à réduire l'efficacité de l'expérimentation en multipliant les essais non significatifs et contradictoires. Cette défaillance de l'expérimentation est particulièrement flagrante quand on cherche à dresser le bilan des études d'assolements ou d'engrais verts. La plupart des expériences ont tourné court et ont dû être abandonnées.

En matière de variétés, le coton américain type Allen E/24 va être remplacé par des variétés de l'I R C T : A-50-2M au Kouroumari, A-150 à Niono, tandis qu'on commence à multiplier 58-333. Ces nouvelles variétés sont plus productives et présentent surtout un plus fort pourcentage de fibres : E/24, 33 à 34 %.

Les variétés égyptiennes ont été retirées de la culture au Kouroumari après leur complet échec. Elles sont remplacées par des variétés américaines.

Ces dernières variétés ne sont pas sans inconvénients en raison de leur sensibilité au froid, qui ralentit ou arrête la végétation après novembre. D'autre part, si elles sont résistantes au blackarm, certaines d'entre elles sont sensibles à une nouvelle maladie , le pseudo-blackarm (variété E.28 notamment).

Dans de bonnes conditions de développement et de croissance, les variétés égyptiennes gardent l'avantage sur le plan de la productivité et de la valeur de la fibre. Ces conditions peuvent se retrouver, sinon dans le Kouroumari Sud, du moins dans les extensions plus septentrionales Kouroumari Nord et Méma. Un travail d'hybridation a été engagé et doit être poursuivi, pour rechercher de nouveaux types de *barbadense*, qui associent la résistance au blackarm à la productivité.

On est à peu près gagné au principe des semis hâtifs dès fin juin, qui réunissent plusieurs avantages :

Les plants gagnent sur les mauvaises herbes et résistent mieux à l'engorgement temporaire des terres en août-septembre.

La productivité est plus forte et la qualité de la fibre supérieure.

En effet, lorsque le semis est tardif, le cycle de développement est prématurément arrêté par les froids de novembre à février et il faut prolonger l'irrigation très tard pour rattraper en partie ce retard.

Cependant le semis hâtif ne va pas sans difficulté :

Conjonction des travaux de préparation du sol et des semis pour le sorgho et le riz et le cotonnier.

Le billonnage à la billonneuse attelée ne peut s'effectuer avant que la terre n'ait été suffisamment ameublie par les pluies.

Enfin et surtout les préirrigations effectuées avant semis pour préparer les terres, entraînent, si elles sont mal dirigées et trop copieuses, un engorgement général du terrain, qui nuit ensuite à la croissance du cotonnier. Ce danger est particulièrement à craindre sur les terres lourdes et peu perméables, type dian ou danga argileux.

Mais le succès de la culture dépend d'abord et surtout de la condition physique du sol, qui doit être meuble, sain et parfaitement aéré. Ceci exige :

a) une bonne structure (sol non battant et perméable) ;

b) un écoulement rapide des eaux superficielles ;

c) un drainage parfait, maintenant le plan d'eau souterrain au-dessous de la tranche de terrain prospecté par les racines.

Les conditions *b*) et *c*) dépendent :

1) d'un planage parfait pour éviter la stagnation des eaux ;

2) d'un dispositif général d'irrigation et de drainage bien étudié ;

3) d'une conduite rationnelle de l'irrigation :

irrigation en sillons pendants facilitant l'écoulement des eaux ;

doses d'irrigation adaptées à la capacité de rétention de l'eau des principaux types de terrain ;

faibles modules d'irrigation pour faciliter la pénétration progressive de l'eau.

Sur tous ces points il reste beaucoup à faire. Le planage est encore défectueux. On discute encore sur l'avantage des sillons pendants et sur les meilleurs écartements. Les écartements adoptés sont de 0,90 m pour le billonnage à la charrue attelée (intervalle sur la ligne 0,35) et de 1,20 m à une ou deux lignes sur sillon pour le billonnage mécanique (intervalle de 0,50 m sur une ligne ou 0,25 m sur deux lignes).

Mais toutes ces améliorations risquent d'être d'un effet limité si la structure du sol est défectueuse. C'est donc à l'amélioration de cette structure qu'il faut à tout prix s'attacher pour que le coton prospère au lieu de vivoter.

Cette structure peut être améliorée :

a) par le travail du sol ;

b) par l'apport d'amendements organiques et minéraux ;

c) par des assolements rationnels comportant des soles enrichissant le sol en matières organiques : engrais verts, prairies, etc...

La première solution a été recherchée, il y a une dizaine d'années, par la préparation mécanique des terres au moyen de puissants tracteurs effectuant un scarifiage en vue d'ameublir le sol en profondeur, puis un planage et billonnage. On a pu écrire : « les résultats sont nettement satisfaisants, alors qu'en culture attelée ordinaire les colons n'obtiennent qu'un rendement moyen à l'hectare de 600-700 kg de coton brut, le rendement moyen du secteur mécanisé est de 1.000 à 1.200 kg (Vigier) ; et plus tard, en 1954. « le rendement des casiers cotonniers sont passés de 580-660 kg/ha en culture attelée à 850-1.200 kg/ha en culture mécanique ».

Il est admis :

1) que l'amélioration incontestable de la structure apportée par le scarifiage et le labour billonnage est temporaire, en raison de la nature des terres et de l'effet dispersant des irrigations répétées ;

2) que l'accroissement de rendement ne compense pas le coût élevé du scarifiage et du billonnage mécanique.

On s'oriente maintenant vers des façons légères (offset), au début de la saison des pluies, qui débarrassent le terrain des mauvaises herbes et facilitent le billonnage ultérieur effectué à la billonneuse attelée.

L'efficacité des apports de matières organiques et des amendements minéraux (chaux) a été reconnue en station, mais il s'agit encore d'opérations coûteuses (chaux) ou astreignantes (fumier). En derniere analyse, la solution ne peut venir que d'un assolement rationnel, point qui sera traité plus loin.

Après une bonne structure, vient le contrôle des antagonistes auxquels le coton est particulièrement sensible : mauvaises herbes, maladies cryptogamiques et insectes.

Contre les mauvaises herbes, la bataille est à moitié gagnée avec les mesures précédentes : bonne préparation du sol, irrigation rationnelle évitant l'excès d'eau. Cependant, il est difficile d'échapper à l'obligation des sarclages au gros des pluies, et c'est, en définitive, la capacité de travail de la famille du colon à cette époque de l'année, qui limite les surfaces cultivables.

Si la maladie du blackarm a eu raison des cotonniers égyptiens, on s'accorde à considérer comme relativement saines les variétés américaines. Cette opinion doit être revisée avec l'apparition du pseudo blackarm, dont il est encore difficile de prévoir la virulence, mais qui semble pouvoir être contrôlé par un changement de variétés et par l'assainissement du sol.

Reste le cortège des insectes. Il apparaît que le parasitisme n'a pas reçu jusqu'à présent l'attention qu'il méritait. Les traitements étaient insuffisants en stations et totalement ignorés en grande

culture. L'expérience, effectuée sous le patronage de la C F D T et de l'I R C T pendant la campagne 1958-59, en a révélé l'extraordinaire efficacité.

En dernier lieu et, à condition, que l'on ait sur tout le reste une bonne maîtrise, les engrais minéraux peuvent être envisagés. La fumure azotée (sulfate d'ammoniaque) peut alors marquer et se révéler rentable avec des rapports de prix de 25-30 francs le kg pour le sulfate d'ammoniaque et 33 francs le kg de coton brut.

Niveau des rendements.

Depuis 1937-38 le rendement moyen du secteur cotonnier de Niono a subi d'amples fluctuations. Elles ont oscillé entre 512 kg/ha en 1944-45 à 1.010 kg/ha en 1951 et 1953-54.

Pour la campagne 1956-57 la moyenne générale est de l'ordre de 720 kg mais elle varie considérablement d'un village à l'autre. Exemple :

Unités	Villages	Surface semée	Restante après dégrèvement	Rendement ha sur surface semée
Unité 5	X	30 ha	26 ha	336 kg
	Y	64	56	442
— 6	Nango	42	39,5	381
	N° 8	193	177,5	1.160
	9	71	63	1.494
	10	223	200,5	1.294

Six villages ont des rendements supérieurs à 1.000 kg/ha et six villages récoltent moins de 500 kg/ha.

Les résultats de la campagne 1957-58 sont moins satisfaisants. Le rendement moyen pour Niono (4.434 ha cultivés) n'a été que de 635 kg contre 720 kg en 1956-57. Il n'est pas douteux que l'affaissement du rendement est en partie la conséquence de l'introduction de l'assolement riz-cotonnier qui améliore la productivité de l'hectare aménagé et la rentabilité de l'investissement, mais diminue le rendement en coton. On étudiera plus loin l'influence réciproque de cet assolement sur les rendements coton et paddy.

Les variations de rendements laissent l'impression qu'il existe une large marge d'amélioration à condition de cantonner les cultures sur les sols, qui conviennent et surtout à condition de disposer d'un colonat actif. En station et sans traitements antiparasitaires fréquents, les rendements de 2.000 à 2.500 kg ne sont pas rares.

L'expérience conduite par la C F D T et l'I R C T au cours de la dernière campagne vient d'ailleurs d'administrer la preuve qu'il est vraiment possible d'atteindre en culture soignée un niveau de productivité considérable. Les essais ont couvert 6 hectares dans les deux centres de Kogoni et Niono et ont comporté les opérations suivantes :

Planage très soigné par bandes successives (dit en touches de piano) de 10 m de large (à Niono seulement).

Labour mécanique léger à l'offset, puis billonnage à la charrue attelée à Niono et mécanique à Kogoni.

Billonnage dans le sens du planage ; écartement interbillon 0,80-1 m et 0,30-0,35 m sur la ligne.

Semis mi-juillet à Niono, 11 à 12 juin à Kogoni.

Démariage, trois sarclages, deux buttages.

Engrais minéraux : 200 kg sulfate d'ammoniaque, 100 kg de phosphate bicalcique.

Traitements insecticides : tous les douze jours pendant l'hivernage et tous les quinze jours en saison sèche, au total douze traitements.

Sur l'essai de Niono on a récolté, sur plus de 6 ha, la moyenne de 3.168 kg/ha, en prolongeant il est vrai les irrigations jusqu'à la mi-avril et les récoltes jusqu'à la fin avril, non sans une baisse, sensible sans doute, de la qualité.

Les essais de Kogoni, sans superplanage mais avec douze traitements, ont donné des résultats très différents selon que les sarclages ont été ou non suffisants ; 1.900 kg/ha dans un cas, 1.101 kg/ha dans l'autre.

Enfin, 8 ha en régie, sans superplanage et avec cinq traitements seulement, mais sur terres nouvellement défrichées, ont donné plus de 3.000 kg/ha.

A Niono les rendements des parcelles d'essais étaient restés antérieurement entre 870 à 1.500 kg/ha et à Kogoni entre 750 et 1.280 kg.

Il n'est donc pas douteux qu'une culture soignée peut, même sur les sols défectueux du delta central, assurer des rendements considérables, mais cette productivité a été acquise à un coût d'exploitation prohibitif équivalant à 1.350 kg/ha au prix de 33 fr le kg de coton.

L'expérience doit être reprise au cours de la prochaine campagne agricole, sous une plus grande diversité de conditions de milieu et en recherchant dans quelles mesures le coût de l'intensification peut être abaissé en gardant le bénéfice du haut rendement afin de devenir rentable. Les principales économies semblent devoir porter sur le nombre de traitements. Avec un système d'observation et de signalisation du parasitisme et une meilleure connaissance de ce dernier impliquant des études entomologiques poussées, il semble pouvoir être abaissé à cinq ou six. D'autre part, il est fortement question d'organiser le traitement par voie aérienne, qui se révèle plus efficace et plus économique sur de grandes surfaces.

B) Intensification de l'assolement

a) Evolution des assolements. Le problème des engrais verts

On rappelle qu'à l'origine l'assolement cotonnier-sorgho-arachides fut appliqué. En principe très rationnel, puisqu'il combine culture vivrière et culture industrielle, sole améliorante ou réputée telle (arachides) et sole salissante, il a dû être abandonné en raison de l'insuccès des arachides.

Ultérieurement il fut convenu que l'engrais vert remplacerait l'arachide, mais cette solution dut aussi être écartée, de même que la culture du sorgho, pour en venir à l'assolement extensif coton-jachère d'une part, riz vivrier permanent d'autre part.

Dans les centres rizicoles le projet de sole d'engrais vert tous les trois à cinq ans fut aussi abandonné. On en est venu au riz permanent avec jachère de nettoyage quand c'est nécessaire.

Peut-être a-t-on fait trop vite son deuil du sorgho. Cette Graminée exige, tout comme le coton, un sol sain et meuble de bonne structure. L'échec du sorgho est une réédition de celui du cotonnier et procède en partie des mêmes difficultés. Toute mesure tendant à améliorer la condition du sol pour le coton est probablement valable pour le sorgho.

Il faudrait s'attacher à l'analyse critique des causes des échecs antérieurs ; rechercher la part de l'inaptitude des terres et celle, peut-être négligée, des défauts de structure de l'exploitation : surface et proportions inadéquates des différentes cultures par rapport à la capacité de travail de l'exploitant : coïncidence des périodes de sarclages pour le coton et le sorgho. Il faudrait, aussi, étudier si les techniques de culture intensive, qui doivent normalement améliorer la structure des terres et les assainir, ne permettraient pas de réintroduire certaines variétés de sorgho dans l'assolement, afin d'éliminer les rizières vivrières des casiers cotonniers et de réduire au minimum les inconvénients du voisinage de deux cultures.

Les causes de l'insuccès des essais d'introduction de certaines Légumineuses à graines (doliques notamment) ne sont pas mieux connues. Comme le sorgho, les doliques s'insèrent régulièrement dans l'assolement du Gésirah scheme au Soudan Oriental. Ils contribuent à l'enrichissement du sol en azote et constituent un intéressant élément de diversification de l'alimentation.

La question mériterait d'être réexaminée en partant d'une gamme plus étendue d'espèces et variétés à expérimenter, en collaboration avec le service des cultures vivrières.

Utilité des engrais verts

La technique de l'engrais vert, régulièrement pronée, n'a jamais été vraiment implantée en dehors des stations.

A l'origine on a utilisé de la façon la plus classique une Légumineuse subspontanée, *Crotalaria retusa*, mais on a dû y renoncer :

l'enfouissement mécanique est malaisé en septembre-octobre sur des sols encore mal ressuyés ;

la culture doit être intégralement prise en compte par l'Office, les colons ne comprennent pas son intérêt ;

la crotalaire est salissante ; elle farcit la terre de semences dures, dont la germination s'échelonne sur plusieurs années.

On a utilisé ensuite le sorgho comme engrais vert : il fournit une plus grande quantité de matière organique et s'est révélé très efficace pour l'amélioration de la structure des sols sur les cultures sèches d'arachide, de mil, de cotonnier. Les mêmes objections se sont présentées, aggravées d'une plus grande réticence de la part des colons.

La solution cotonnier-jachère finalement retenue n'est qu'un aveu d'impuissance. Elle pourrait être améliorante et nettoyante si la végétation, s'emparant des jachères était enfouie avant la fructification. Laissée en place et non travaillée, elle contribue fort peu à l'amélioration de la structure et entretient l'infestation par les mauvaises herbes.

En ce qui concerne les rizières permanentes, l'introduction d'une sole périodique d'engrais vert a paru encore plus contestable. Les résultats de la station de Kayo ont démontré que, sur une période de huit ans, la culture de riz permanent était beaucoup plus productive que lorsqu'elle est interrompue par des jachères ou des soles d'engrais vert.

Riz permanent, moyenne sur sept campagnes	3.850 kg/ha
Riz et jachère tous les trois ans, moyenne sur six campagnes	2.050 kg/ha
Riz et jachère tous les deux ans, moyenne sur quatre campagnes	1.349 kg/ha
Riz et engrais vert tous les trois ans, moyenne sur six campagnes	2.640 kg/ha
Riz et engrais vert tous les deux ans, moyenne sur quatre campagnes	1.789 kg/ha

L'explication réside probablement dans l'influence salissante de la sole d'engrais vert ou de la jachère.

A défaut de sole d'engrais vert, comment régler le problème de l'enrichissement en matière organique ? Pour le riz, l'enfouissement des pailles, le pacage après la moisson ont une influence améliorante certaine. On envisage aussi la fabrication de fumier artificiel pendant la saison sèche, à même les champs. La rizière bien tenue se défend et garde son potentiel humique.

Le problème reste entier pour le cotonnier. Cette culture laisse peu de ressources fourragères pour le bétail en saison sèche. L'application de doses, même médiocres de fumier (5 à 10 t/ha), est à peine concevable en raison des difficultés soulevées par la stabulation du bétail et le transport de ce fumier. L'enfouissement rationnel des jachères et l'application de fumures organiques (tourteaux de coton) semblent, pour le moment, les seules solutions à retenir, en dehors de la solution assolement riz-coton dont il sera question plus loin.

Essais de deux cultures successives pendant la campagne agricole

On a pensé faire suivre un riz hâtif, qui libérerait le sol dès novembre, par une culture de cotonnier ou une deuxième culture de riz.

La première solution semble devoir être écartée, si on en juge par les médiocres résultats qu'ont donnés ces cultures de cotonnier en contre-saison sur les stations de Guédé (vallée du Sénégal) et du Sourou (Haute Volta) avec des variétés américaines ou égyptiennes. Le développement semble contrarié par la saison froide. Il est possible qu'on obtienne de meilleurs résultats avec des cotonniers asiatiques du type *indicum*, mais leur médiocre valeur technologique en réduit l'intérêt.

Reste le riz : l'expérience a montré que le milieu du delta central est moins favorable aux cultures de riz de contre-saison que celui des cuvettes riveraines du Niger oriental où elles ont parfaitement réussi.

Les chances de succès sont d'autant meilleures que les semis sont hâtifs (dès la première quinzaine de novembre). Après la fin décembre l'échec est probable. Il s'ensuit qu'il est pratiquement impossible de préparer le terrain pour la deuxième culture dans le délai imparti, compte tenu du temps nécessaire au nettoyage du terrain après la première moisson. Il faudrait pour y parvenir accélérer le drainage général.

Les cuvettes du Niger paraissent bénéficier d'un micro-climat spécial, qui explique le succès des riz : abaissement moins marqué de la température de décembre à février ; protection relative contre les vents desséchants lors de la floraison et de la maturation.

Généralisation de l'assolement riz-cotonnier. Avantages et inconvénients.

Mis au point et discuté entre 1952 et 1955, cet assolement a été appliqué sur 1.200 ha en 1955-56 et sur 4.350 ha en 1957-58.

Cet assolement répond en principe aux deux préoccupations majeures de la culture cotonnière :

Relever la productivité des aménagements cotonniers en supprimant les jachères.

A défaut de sorgho qui n'a pas réussi, et d'engrais vert qui est coûteux et mal accepté par les colons, mettre en rotation avec le coton une culture, qui enrichisse le sol en matière organique et améliore sa structure ;

Dissiper ainsi les préventions des colons contre la culture du cotonnier, qui apparaît de moins en moins lucrative par rapport à celle du riz.

En théorie quels sont les avantages et les inconvénients du système ?

Avantages :

1) Contrôle respectif des mauvaises herbes de la sole exondée par la sole inondée et vice versa, mais il est des espèces ubiquites.

2) Amélioration de la structure du sol de la sole cotonnière, enrichie en matière organique par la masse des racines de la récolte précédente de riz et par l'enfouissement des pailles.

Inconvénients :

1) Les deux cultures ayant des besoins en eau très différents, il est nécessaire de réviser les caractéristiques des réseaux d'irrigation des casiers cotonniers.

Il faut augmenter les dimensions des arroseurs et des partiteurs pour leur permettre de répondre aux exigences de la riziculture, tout en maintenant (ou en renforçant) le système de drainage plus actif du coton.

2) *a*) Pour la préparation de la sole riz, il faut éliminer les sillons par des façons mécaniques.

b) Pour la préparation de la sole cotonnière, la présence des diguettes des rizières complique le planage et ultérieurement peut gêner l'irrigation en sillons pendants, si elles ne sont pas entièrement effacées ; en tout état de cause une façon mécanique est nécessaire.

c) Un labour périodique relativement profond paraît également nécessaire pour empêcher la formation d'un horizon illuvial imperméable, du fait de la submersion périodique du terrain lors de la sole de riz.

d) Inversement ce labour peut être défavorable aux rizières sur les terres les plus légères.

Pour tous ces motifs le mariage des deux cultures doit augmenter le coût de la préparation mécanique des terres.

3) Le principal inconvénient réside dans l'aggravation des difficultés antérieures de drainage. Pour éviter au maximum les difficultés découlant du voisinage des cultures de riz et de coton, on a admis que l'assolement devrait se faire, bloc par bloc, chaque bloc couvrant un partiteur entier ou un côté de partiteur. D'autre part, les partiteurs, qui sont toujours en eau, doivent être doublés de drains destinés à recueillir les eaux d'infiltration et à les évacuer vers les drains d'arroseurs, lesquels ne fonctionnent qu'au moment des irrigations ou lorsqu'il a plu.

Enfin, on isole complètement les champs de cotonniers des rizières et des canaux alimentant ces dernières par des drains de deux mètres de profondeur destinés à couper la nappe phréatique.

Ces dispositions seront-elles suffisantes pour protéger les champs de cotonniers du compromettant voisinage des rizières ? On peut penser qu'il n'en sera pas toujours ainsi, notamment dans les parties les plus basses des aménagements. Or, c'est précisément sur les bas de pente que se situent généralement les sols à vocation cotonnière (moursi et dian).

En fait il faut distinguer deux types d'engorgements des terres :

α) L'engorgement de surface, qui met en cause le planage défectueux, la mauvaise structure rendant les terres battantes et imperméables, l'évacuation trop lente par le réseau de colature.

β) L'engorgement par une nappe phréatique superficielle à portée des racines, alimentée par les rizières et les canaux.

Le premier engorgement peut toujours être évité par une bonne culture et une irrigation étudiée, évitant tout excès d'eau, sous réserve que la colature fonctionne bien ; mais celle-ci risque de fonctionner de plus en plus mal du fait du deuxième engorgement.

L'extension des nappes superficielles à partir des rizières et des canaux dépend de la perméabilité du terrain et de la profondeur du toit de la couche imperméable ou de la nappe secondaire sur laquelle elle repose. Les situations sont très différentes selon la perméabilité du sol et du sous-sol. Les effets de bordure à distance sont particulièrement à craindre au voisinage des moursi et des danga légers, notamment s'ils reposent sur un sous-sol moins perméable, ce qui est généralement le cas. Ces infiltrations latérales peuvent en principe être arrêtées par des canaux périphériques.

En ce qui concerne l'efficacité de la colature, les techniciens de l'Office admettent que les drains principaux des aménagements cotonniers anciens peuvent en hivernage évacuer parfaitement l'excédent d'eau résultant de la mise en rizières de la moitié de la surface autrefois en jachères. Il suffit donc d'aligner le gabarit des drains d'arroseurs et de partiteurs sur les besoins des rizières pour régler en théorie le problème. Pratiquement, les colons, par leurs négligences dans la conduite de l'irrigation (particulièrement copieuse pour le riz) et du drainage sont déjà responsables d'un mauvais fonctionnement du réseau, le voisinage des deux cultures ne peut qu'accuser les inconvénients résultant de l'irrigation massive des rizières.

On en a dit assez pour montrer qu'une grande incertitude plane encore sur la réussite de l'assolement coton-riz, pour ce qui est du cotonnier, en raison de l'aggravation possible des difficultés de colature et de la remontée de la nappe phréatique dans les champs cotonniers au voisinage des canaux et des rizières, qui risquent d'annihiler les avantages tirés de l'amélioration de la structure du sol et du recul de l'infestation par les mauvaises herbes.

Certains villages en étant à la quatrième année de rotation coton-riz, il est maintenant possible de se faire une idée de l'évolution des rendements.

Villages ABC du secteur de Kolodoukoa. Centre de Niono

	Riz			Cotonnier		
	A	B	C	A	B	C
1958-59	2.811	2.276	2.246	400	500	500
1957-58	2.320	2.001	2.045	476	486	448
1956-57	3.018	2.276	2.768	641	743	774
1955-56	2.790	2.565	2.785	890	896	676
1954-55	terres défrichées			terres défrichées		

Il ressort très clairement de ce tableau que si le rendement initial des terres nouvellement défrichées s'est maintenu ou a peu baissé pour le riz, les rendements en coton se sont sensiblement affaissés.

Autant qu'on puisse en juger des rapprochements de rendements de villages, un écart de 150 kg/ha apparaît entre la production des villages ayant continué l'ancien assolement cotonnier-jachères et les villages ci-dessus.

Pour conclure, on peut penser qu'avec une préparation correcte des terres le rendement paddy pourrait être stabilisé, avec une culture exondée nettoyante un an sur deux, à 2.500 kg/ha, moyenne assurée par le repiquage sur terres de fertilité moyenne ; alors que celui du coton pourrait s'aligner autour de 600 kg.

Il ne semble pas que l'on puisse jamais craindre, tout au moins à une échelle humaine de calcul, une remontée de la nappe phréatique générale qui se situe à 60 mètres de profondeur dans le nord du delta et se trouve au niveau du fleuve dans le sud. En revanche les nappes secondaires, alimentées par les pertes des grands canaux, et les nappes superficielles, alimentées par les petits canaux et par les rizières, peuvent devenir de plus en plus gênantes par un processus d'accumulation.

Il ne serait donc pas prudent de tabler sur la généralisation de l'assolement riz-cotonnier avant d'avoir :

1) étudié les conséquence probables de l'évolution des nappes phréatiques superficielles résultant de sa mise en application, sur le drainage des périmètres irrigués ;

2) défini de plus près les conséquences de la nouvelle combinaison sur les rendements respectifs de riz et de coton, et les résultats d'exploitation pour le cotonnier, compte tenu des charges respectives pesant sur les deux cultures ;

3) mis en parallèle ces résultats avec ceux qu'on peut espérer de la culture cotonnière intensive dans la forme étudiée antérieurement.

Association Agriculture-élevage

a) Importance et utilisation du cheptel de l'Office.

Les colons reçoivent, en principe lors de l'installation, autrefois en dotation et maintenant en avance, une paire de bœufs de travail : soit suivant les systèmes de culture :

Riz permanent, deux bœufs pour 4 ha Rp * 0,50 par ha cultivé.

Kala inférieur, extensions anciennes cotonnières,
deux bœufs pour 2 ha C + 2 ha S + 2 ha J = 6 ha 0,50 par ha cultivé,
extensions nouvelles cotonnières, deux bœufs pour 3 ha C + 3 ha J + 1 ha Rp = 7 ha 0,50 par ha cultivé.

Nouvel assolement riz-cotonnier,
deux bœufs pour 1,5 ha C + 1,5 ha Ra + 1 ha Rp = 4 ha 0,50 par ha cultivé.

Dans tous les cas on compte une demi tête de bétail par hectare.

En fait, le cheptel est réparti ainsi dans les divers centres (campagne agricole 1956-57) :

	Têtes bovins par ha cultivé	Bœufs de trait par ha cultivé	Têtes bovins par habitant
Baguineda	1	0,51	0,62
Niono	0,73	0,39	0,62
Molodo	0,66	0,43	0,67
Kokry-Kolongotomo	0,62	0,32	0,55
Kouroumari	0,16	0,13	0,14

Le nombre de bétail de trait ne correspond à la dotation de principe qu'à Baguineda. Ailleurs il est sensiblement inférieur, en raison de la contribution des travaux mécaniques à la préparation des terres, ou de l'endettement des colons qui ne leur permet pas de renouveler leur cheptel. Au Kouroumari notamment la colonisation a démarré sur un mode plus extensif. D'autre part on atteint les latitudes septentrionales, où l'irrégularité et la tardivité des pluies gênent le travail des attelages.

En théorie un attelage de bœufs peut travailler, au début de la saison des pluies en juin-juillet, à raison de cinq à six jours par hectare, une superficie de 4 à 5 hectares selon la compacité des terres.

La généralisation du labour à la charrue attelée (pour le riz) et du billonnage à la billonneuse attelée (pour le cotonnier), après une préparation mécanique légère, suppose donc un cheptel de trait de 0,4 à 0,5 unité par hectare pour des lots de 5 à 4 hectares, qui n'est pas partout atteint.

Le bétail des colons n'est pas sédentarisé et reste soumis, dans la pure tradition africaine, au régime de la vaine pâture et de la transhumance.

En hivernage quand les périmètres irrigués sont livrés aux cultures et que la parasitisme se fait plus agressif, les troupeaux des villages sont rassemblés et conduits sur les vastes pâturages périphériques de la zone sahélienne. Au retour de la saison sèche, ils reprennent possession des terres de culture après la récolte, ainsi que des jachères qu'ils pâturent et enrichissent de leurs déjections.

L'association agriculture-élevage est donc assez lâche et ne diffère guère de celle pratiquée par les agriculteurs africains, gagnés à la charrue attelée, opérant dans leur milieu traditionnel.

Peut-on concevoir une association beaucoup plus étroite, du type mixed farming ?

b) Possibilité d'adoption du mixed farming.

Il est regrettable que ce type d'exploitation n'ait pas fait l'objet d'une étude systématique, en vue de mesurer ses avantages et ses inconvénients réels sur le plan technique, économique et social, et de dresser son bilan économique.

* Rp = riz permanent ; C = coton ; S = sorgho ; J = jachère ; Ra = riz d'assolement.

Le mixed farming confère une certaine autonomie énergitique à l'exploitation (par le bétail de trait), diversifie les productions (par les produits animaux), améliore la fertilité et la structure des terres et, par voie de conséquence, le rendement des cultures.

Mais ces résultats réclament :

1) L'insertion de véritables herbages dans l'assolement sous forme de prairies artificielles temporaires, remplaçant les jachères et mordant sur les cultures.

2) La stabulation au moins partielle du bétail, notamment des bœufs de trait.

3) La fabrication du fumier de ferme, son transport et l'épandage au champ.

4) La révision du calendrier des occupations pour faire une place aux travaux nécessités par l'installation et l'exploitation des prairies (constitution de réserves fourragères par fauchage, fenaison, ensilage) les soins au bétail, l'utilisation du fumier.

Il s'agit de savoir :

α) Si, sous l'angle de la rentabilité de l'aménagement, la productivité moyenne de l'hectare aménagé est réellement augmentée : il est possible que la plus forte productivité des terres cultivées ne compense pas l'amputation de surface, qu'elles doivent subir pour laisser place à la sole fourragère, de maigre rapport direct dans un pays, où le prix des produits animaux dépend d'un élevage pastoral extensif.

β) Si l'exploitation laisse effectivement un plus grand bénéfice au colon, ou n'aboutit pas, au contraire, à rémunérer moins bien un travail plus soutenu et plus astreignant.

La réponse est certainement négative pour le riz. Elle prête à examen pour le coton en raison de l'importance des jachères improductives (la moitié du terrain) dans le système de culture actuel.

Le principal obstacle à l'application du mixed farming est, sans doute, qu'il heurte trop les habitudes agricoles des agriculteurs africains. Il n'en est pas moins utile d'étudier s'il est techniquement efficace et économiquement valable. Cette étude doit commencer par une mise au point des conditions d'installation et d'exploitation des prairies (préparation des terres, composition floristique, méthode de semis ou de plantation, fauchage, ensilage, rotation du pâturage, pour laquelle le concours du centre de recherches zootechniques de Sotuba serait utile.

γ) Une nouvelle formule : l'association des cultures à l'élevage pastoral.

Le bétail des colons n'est plus assez nombreux pour exploiter les possibilités fourragères de saison sèche, représentées par les chaumes de rizières.

La capacité de ces pâturages de rizières dépend du temps libre entre la moisson et les façons culturales préparatoires. On admet qu'au moins 10 tonnes de chaumes et de pailles peuvent être utilisées sur chaque hectare et que 20 kg de ce fourrage valent 3 unités fourragères constituant une ration moyenne journalière. Par conséquent, 1.000 ha de rizières peuvent entretenir quatre mille bovins pendant quatre mois et y déposer environ 4 tonnes de déjections à l'hectare.

Cette capacité fourragère peut être encore augmentée par les préirrigations en vue de faire lever les mauvaises herbes, qui sont ensuite pâturées par le bétail, ce qui permet de faire l'économie d'un labour superficiel d'enfouissement.

On envisage aussi un appoint de son de riz, réparti en tas sur les pâturages.

Pour mobiliser ces ressources, il est nécessaire d'acheminer et de disperser sur les terres de l'Office les troupeaux transhumants des pasteurs, lorsqu'ils quittent leurs pâturages traditionnels d'hivernage et se dirigent vers le fleuve.

Il faut d'autre part prévoir l'aménagement à la périphérie des terres irriguées : de points d'eau et de pâturages d'attente (avant que les moissons ne soient achevées) et de repli (après épuisement des pâturages de rizière et en attendant les premières pluies).

Un projet est à l'étude tendant à fixer dans la région un effectif de soixante-quinze mille à cent mille bovins pendant trois à quatre mois.

C) Diversification des productions ; introduction de cultures plus riches

L'évolution de l'exploitation a été contraire à cette diversification, puisque l'arachide et le sorgho ont été abandonnés et que l'exploitation des périmètres irrigués ne repose plus que sur deux

productions, le riz et le coton. On ne comptait en casier (campagne 1956-57) sur 40.194 ha de cultures que 1.761 ha de cultures diverses (fruitiers, jardins, tabac, mil, maïs, fonio) destinées aux besoins particuliers des colons.

Ceux-ci cultivent en outre 6.273 ha hors casier (maïs, mil, sorgho, fonio, haricot, pois, manioc) qui constituent un appoint de ressources vivrières non négligeable.

La diversification des productions est en soi une excellente chose, puisqu'elle assure une meilleure répartition des risques et facilite l'étalement régulier des travaux.

Malheureusement les conditions hydrauliques et économiques sont peu favorables à cette diversification :

α) En raison du régime hydraulique du fleuve, il n'est possible d'irriguer de grandes étendues que de la mi-juin à la mi-janvier, ce qui ne permet que des cultures saisonnières de cycle estivoautomnal de la zone intertropicale.

β) L'éloignement géographique de l'Office restreint la liste des productions d'exportation, qui auraient quelques chances d'atteindre la côte à des prix de compétition.

Le débit du fleuve permettrait cependant d'envisager une légère ponction pour des productions d'appoints : cultures d'arrière saison ou de contre saison de cycle hiverno-printanier végétant pendant la saison froide, ou cultures pérennes (arbustives ou de souches vivaces) végétant toute l'année. Il faudrait alors s'attacher à valoriser au maximum l'utilisation de ce débit en le consacrant de préférence à des productions très riches.

On peut envisager pour diversifier la production trois catégories de cultures :

a) cultures saisonnières tropicales de cycle estivoautomnal pouvant prendre une grande extension, mais aux dépens du débit revenant au coton et au riz ;

b) cultures saisonnières tropicales ou subtropicales de cycle hiverno-printanier, dont l'extension est limitée par le débit du fleuve ;

c) cultures de plantes vivaces tropicales ou subtropicales, également d'extension limitée, mais susceptibles de peser sur les résultats économiques de l'Office du Niger, du fait de leur grande valeur.

L'étude des possibilités de diversification des productions de l'Office du Niger n'a pas retenu, autant qu'elle le méritait, l'attention du service de Recherches, notamment dans les catégories *a*) et *c*). Sans doute les perspectives de vulgarisation des cultures, qui paraissaient à priori possibles, ont-elles paru trop minces pour qu'on ait estimé utile d'entamer leur étude.

Une nouvelle culture ne s'improvise pas ; il faut choisir, rechercher et rassembler le matériel végétal à expérimenter, dégager les variétés étrangères les mieux adaptées, en attendant d'avoir sélectionné mieux sur place, déterminer les sols les plus favorables et l'époque optimale de développement, mettre au point les techniques culturales et les conditions de fertilisation, inventorier les parasites et définir les méthodes de traitements, etc.

C'est là œuvre de longue haleine. Il n'est donc pas trop tôt pour s'inquiéter de savoir ce que pourrait faire l'Office, dans une conjoncture économique plus favorable modifiant les rapports de prix et en cas de régularisation partielle du débit du fleuve. Aussi bien un travail de dégrossissage considérable est possible avec des moyens limités, la continuité des programmes et la rigueur des méthodes importe d'avantage que l'ampleur des moyens.

Dans la catégorie *a*) pourrait figurer les textiles succédanés du jute comme la roselle et le dah. On ne pense pas, d'autre part, qu'il faille définitivement condamner le sorgho des assolements cotonniers. La culture du tabac semble devoir être exclue ; ni les sols, ni l'irrigation ne conviennent à cette plante.

Dans la catégorie *b*) les essais de riz et de coton de contre saison ont déçu ; la culture du blé, à supposer qu'elle réussisse, paraît d'un intérêt économique douteux ; on pourrait expérimenter diverses Légumineuses à graines des pays subtropicaux ou tropicaux.

Dans la catégorie *c*) s'inscrivent les ressources fourragères, les plantations d'arbres fruitiers (agrumes notamment) et la canne à sucre.

La solution prairie a déjà été discutée.

Les cultures arbustives (agrume, grappe-fruit notamment) ne semblent pas techniquement impossibles, si le terrain est bien drainé, mais le débouché économique paraît très limité et concur-

rencé par le développement des vergers irrigués, aux environs de grandes agglomérations, bien mieux placés pour les ravitailler.

Reste la canne à sucre. Les résultats des essais antérieurs de culture à Baguineda avant la dernière guerre sont perdus. Il n'y a pas de cultures locales sur pied qui permettent de prendre la mesure des possibilités de réussite technique de cette culture.

La position de dépendance économique de l'Afrique tropicale boréale et son bas niveau de vie limitant les débouchés expliquent, plus qu'une soi-disant inaptitude du milieu, que l'industrie sucrière ne s'y soit encore nulle part implantée, alors qu'elle existe en Afrique australe et centrale.

C'est pour cette culture qu'il serait utile de mettre en place une expérimentation sommaire en vue de mesurer les possibilités de réussite, de dégager pour l'essentiel les conditions d'adoption de la culture au milieu local (variétés, sols favorables, préparation des terres, périodes de plantation et de récolte, durée du cycle d'évolution, écartements, fumures minérales, parasitisme) et d'estimer les rendements.

Les conditions économiques laissent quelques atouts : le débouché local du Soudan dépasse largement la production de l'ordre de 10.000 à 12.000 tonnes par an, capacité minimale d'une sucrerie moderne économique.

La consommation est en pleine expansion en raison de l'accroissement démographique et de l'élévation du niveau de vie d'une partie de la population.

Si l'industrie sucrière est grosse consommatrice d'énergie, elle garde une certaine autonomie par l'utilisation de la bagasse. La présence d'une infrastructure mécanique de l'importance des ateliers de Markala peut faciliter le montage et le fonctionnement de l'usine.

Du point de vue hydraulique, une entreprise de cette importance semble pouvoir être lancée sans régularisation du régime du fleuve.

La culture ne pourrait être envisagée que si on pouvait espérer un rendement moyen de l'ordre de 7 tonnes à l'hectare, soit, pour l'approvisionnement d'une usine de 10.000 tonnes, une plantation de 1.500 ha récoltés et environ 2.000 ha exploités.

Les besoins en eau au champ en grande période d'irrigation, d'octobre à juin, seraient largement couverts par un débit spécifique de 1,50 l/ha sur les distributeurs.

On voit que la ponction au fleuve, pour les besoins de la canne à sucre, ne dépasserait pas quelques mètres cubes secondes (5 à 6 m^3/s) au fleuve, compte tenu des besoins de l'usine. C'est sans doute la culture assurant l'utilisation la plus productive des eaux d'étiage, dans la limite des disponibilités.

La canne à sucre pourrait probablement être maintenue deux ans et se placer en rotation avec le coton, le sorgho ou même le riz.

L'exploitation devrait être semi-mécanisée et s'accommoderait parfaitement du système du colonat. La machine effectuerait les travaux de préparation du sol et les colons assureraient la plantation, l'entretien, la coupe et le transport hors des champs. La surface cultivable par planteur, réglée sur la capacité de travail à la coupe, ne pourrait guère excéder 1 hectare. Sous réserve de vérifications, le cycle de végétation, adapté au climat, serait de douze à quatorze mois. La plantation s'effectuerait d'octobre à décembre et la récolte de novembre à février.

On pense que le meilleur matériel végétal serait, au départ, donné par les variétés sélectionnées de l'Inde (série des Co).

L'expérimentation devrait être menée simultanément au nord et au sud du périmètre irrigué : station de Kogoni et station du Sahel ou Kokry.

Les meilleurs sols à canne seraient probablement les boi et d'une façon générale les alluvions modernes argilo-limoneuses ou limoneuses du delta vif, mais il est vraisemblable qu'une bonne croissance pourrait être obtenue sur les sols dian et moursi non basiques, ainsi que sur les danga argileux.

L'extrême siccité de l'atmosphère et les maxima thermiques quotidiens très élevés, dépassant 40°, de la deuxième moitié de la saison sèche (mars-mai), peuvent affecter défavorablement la croissance des cannes en provoquant notamment la dessiccation et la mort des bourgeons terminaux des tiges formées. En plantant en octobre-décembre et en récoltant en novembre-février, ce danger est écarté puisqu'il n'y a plus sur pied, à l'époque critique, que de jeunes cannes de quelques mois, au stade herbacé, qui résistent bien à la sécheresse si elles sont copieusement irriguées.

Il est vraisemblable que l'abaissement des températures nocturnes et l'accentuation des écarts thermiques à l'époque de la récolte favorisent l'enrichissement en sucre.

Pour tirer au clair cette culture et mesurer les possibilités exactes de réussite d'une entreprise sucrière sur les périmètres irrigués de l'Office du Niger, une expérimentation agronomique préliminaire de quatre ans paraît nécessaire ; elle devrait être suivie d'une deuxième phase d'expérimentation de trois années, plus poussée, et de multiplication de matériel végétal de plantation retenu provisoirement, avant qu'une usine puisse être régulièrement approvisionnée.

On saisit donc l'intérêt d'un démarrage rapide de l'expérimentation sur une question qui, en tout état de cause, requiert de très longs développements.

Aussi bien cette initiative ne serait pas inutile même en cas de conclusions défavorables. En effet, les connaissances acquises et le matériel végétal réuni pourront être exploités pour la poursuite de projets en d'autres secteurs du Soudan ou de l'Afrique Occidentale, où il n'existe nulle part encore de centres d'études de cette culture.

D'autre part, il sera toujours possible de répandre la canne à sucre dans les jardins irrigables, comme on le fait pour d'autres produits maraîchers, pour la consommation de bouche ; excellent moyen de diversifier et d'améliorer l'alimentation.

CHAPITRE IV

ÉCONOMIE DES MOYENS

Sous la rubrique économie des moyens, nous allons examiner :

1) La révision des conditions d'utilisation du matériel de motoculture pour diminuer le prix de revient des opérations, qui était la source principale du déficit d'exploitation de l'Office du Niger.

2) L'adaptation de la structure de l'exploitation et du rythme des travaux à la capacité effective de travail du colon et de la famille, pour améliorer la productivité de son travail.

3) L'amélioration de l'organisation d'encadrement des colons pour accroître l'efficacité de son action.

1) Place et limite de la motoculture

Il existe dans chaque centre d'exploitation une Section de machines agricoles et tracteurs, « S M T », chargée d'effectuer à façon les travaux de préparation mécanique des terres et ceux des récoltes et de battage du paddy pour le compte des colons moyennant le paiement des redevances.

A l'origine il était prévu un labour profond tous les trois ans dans les rizières, et une puissante préparation de la sole cotonnière comportant un scarifiage, un planage et un labour. Les opérations exigeaient un équipement très lourd à base de TD 24, permettant de travailler le sol, quels que soient le temps et la structure du terrain. Puis on a utilisé des tracteurs à chenilles moins puissants, TD 14 et TD 9, pour des travaux plus légers (pulvérisage, labours légers) ou de gros travaux sur de petites parcelles. Enfin, les tracteurs à roues Vierzon, Ferguson, Farmal M étaient réservés au semis, au battage et aux transports. La tendance à l'abandon des gros travaux, en raison de leur efficacité médiocre et de leur coût élevé, fait qu'on s'oriente maintenant vers la constitution d'un parc de tracteurs à roues, type super WD 9, moins puissants que les gros chenillards mais polyvalents, pour effectuer des façons superficielles et des moyens labours, les façons profondes étant finalement réservées à la destruction d'*O. barthii*.

Ces conditions mécaniques impliquaient autrefois une énorme consommation d'énergie. On comptait 1/2 CV par hectare de coton effectif contre 1/20 CV ha en Gesirah. Il fallait pour les trois opérations, labour ou scarifiage, planage, billonnage 480 CV heure par hectare (380 CV heure sans le planage) contre 65 à 120 CV pour la préparation des terres, les soins d'entretien et une grande partie de la récolte au Texas (Coyaud).

Les raisons de l'essor de la motoculture à partir de 1949 ont déjà été exposées. Au cours des neuf dernières campagnes elle n'a cessé de s'étendre. Pour la campagne 1957-58 les labours et façons de remplacement ont été effectués au total sur l'équivalent de 22.028 ha et les façons complémentaires sur 13.138 ha, soit :

Labour profond et moyen	5.026 ha	Billonnage du coton	3.182 ha
Offset et labour léger	12.704 ha	Planage	4.396 ha
Déchaumage et scarifiage	4.298 ha	Pulvérisage	5.560 ha
	22.028 ha		13.138 ha

Depuis trois ans, on constate une réduction continue des surfaces labourées profondément et une extension des labours légers (offset, déchaumeuse), beaucoup moins coûteux. L'abandon des labours profonds dans les zones infestées de plantes rhizomateuses (*O. Barthii*, *Panicum repens*) n'a pas peu contribué au développement de ces herbes ainsi qu'à la réduction des surfaces cultivées et de la production dans les centres de Kolongotomo et de Baguineda.

Cette évolution s'explique par la hausse considérable du prix de revient de la culture mécanique, alors que le prix des produits agricoles a très peu monté : paddy, ou a diminué : coton.

INDICES DES PRIX

	Campagne 1949-50	Campagne 1957-58
Salaire hebdomadaire des ouvriers	100	500
Gas-oil	100	130 (159 le 3 janvier 1958)
Paddy	100	116
Coton graine	100	85

Les redevances pour façons mécaniques couvraient à peu près le coût réel à l'origine :

Paddy : 300 kg/ha de paddy à 10 fr, tous les trois ans, soit 100 kg/ha par campagne rizicole.

Coton : 100 kg/ha de coton à 60 fr, pour scarifiage, planage, billonnage, soit 6.000 fr pour le sole coton.

La hausse continue du prix de revient des opérations a contraint l'Office à majorer sensiblement le coût des façons mécaniques, les derniers barèmes, pour la campagne 59-60, aux cours actuels du paddy et du coton (respectivement 14,5 fr et 34 fr le kg) sont les suivants :

Cotonnier :	Labour profond	200 kg/ha
	Scarifiage	180 —
	Billonnage sur labour profond	110 —
	Labour léger	80 —
	Billonnage sur labour léger	120 —
Riz :	Labour profond	500 kg/ha
	Remboursable à 250 kg la première année 150 kg la deuxième année 100 kg la troisième année	
	Labour léger	200 kg/ha
	Semis à la volée et enfouissement	60 kg/ha
	Battage du paddy	100 kg la tonne

Sur les terres nouvelles, le colon doit rembourser 500 kg/ha de paddy et 310 kg/ha de coton.

On s'aperçoit que les façons lourdes deviennent prohibitives, et qu'une façon légère absorbe 10 à 15 % d'un bon rendement moyen, estimé 750 kg/ha pour le coton et 1.800 kg/ha pour le paddy.

A ne considérer que les chiffres précédents, on serait tenté de conclure à l'échec total de la semi-mécanisation de l'exploitation en colonisation.

En fait, nous ne possédons pas d'analyse précise des conséquences de la semi-mécanisation sur l'exploitation du point de vue technique et économique. Ce n'était pas en quelques jours qu'il était possible de le faire. Et cependant, comme pour d'autres problèmes touchant la structure et les conditions d'exploitation des terres, cette étude s'impose. Il s'agirait de répondre aux questions suivantes :

1) Quelles ont été les conséquences de la semi-mécanisation d'une part sur la productivité du travail et le revenu du colon, d'autre part sur la productivité des terres et la rentabilité de l'investissement ?

2) Est-il possible d'améliorer les conditions d'utilisation de la motoculture, de façon qu'elle soit économique et rende les services que l'on en attend, ou faut-il envisager son abandon ?

Essayons de dégrossir le problème :

Point 1

Théoriquement la mécanisation doit améliorer la productivité du travail du colon, en combinant l'extension de la surface qu'il peut exploiter grâce à l'assouplissement du calendrier des travaux, et l'accroissement de la productivité des terres.

Il n'apparaît pas que la surface cultivable par colon ait pu être sensiblement étendue. Les expériences de colonisation diluée du Kouroumari pour le coton, de Molodo et de certains villages du Kouroumari pour le coton, de Molodo et de certains villages de Kokry pour le riz se sont soldées par des échecs. Sur la base de un demi habitant par hectare, on comptait en moyenne, par travailleur, 6 ha de culture (cotonnier 4 ha, mil 2 ha) au Kouroumari, et 7 à 8 ha de rizières à Molodo, alors que l'attribution habituelle était de un travailleur pour 4 à 5 ha. La pratique a démontré que le goulôt d'étranglement de l'emploi était déplacé de la période de préparation des terres à celle des binages et des sarclages (cotonnier) ou de la récolte (riz). Ainsi l'avantage de l'extension du lot de colonisation s'est trouvé en grande partie perdu, soit que la main-d'œuvre ait manqué pour les sarclages et les récoltes au grand dam du rendement, soit qu'il ait fallu faire appel à un complément de main-d'œuvre rémunéré.

Si on compare le rendement moyen des centres de colonisation de Kokry (riz) et Niono (cotonnier), de la période 1941-42 à 1947-48, qui précède les grands travaux de motoculture à 1948-49 à 1954-55, il ressort un certain accroissement du rendement :

	Moyenne sept ans 1941-48	Moyenne sept ans 1949-55	Différence
Riz (Kokry-Kolongotomo)	1.671	1.805	+136
Coton (Niono)	668	868	+200

L'accroissement du rendement, très médiocre pour le riz, plus marqué pour le coton, est certainement en partie redevable à la mécanisation ; mais la principale contribution à l'amélioration de la moyenne générale revient aux extensions sur terres en friches. En définitive il semble que les effets bénéfiques, attendus de la mécanisation sur la productivité des terres, ont été largement contrariés, comme par le passé, par les négligences dans l'entretien des cultures et dans la conduite de l'irrigation et du drainage.

Techniquement il apparaît :

a) Que l'effet d'amélioration de la structure des terres à coton par des façons lourdes (scarifiage) est éphémère.

b) Que l'effet de destruction des plantes adventices à rhizomes dans les rizières par les labours profonds est perdu au bout de quatre à cinq ans ;

c) Que les façons légères, en début de campagne, ont une influence heureuse pour la lutte contre les mauvaises herbes et l'exécution rapide, dans de bonnes conditions, du labour ou du billonnage attelé, précédant les semis de riz et de cotonnier.

Point 2

La situation difficile de la motoculture tient principalement aux circonstances suivantes :

a) Augmentation considérable du coût des travaux, alors que le prix des produits agricoles a baissé (coton) ou a peu progressé (riz) ;

b) La motoculture ne peut produire ses pleins effets techniques qu'insérée dans un ensemble d'améliorations tendant à corriger les principaux facteurs défavorables aux cultures, tenant au milieu (mauvaise structure des terres) ou à l'homme (inhabilité ou négligence dans la conduite de l'exploitation), faute de quoi ces effets sont partiellement neutralisés.

Le second point souligne l'intérêt d'une tactique de l'amélioration, qui fasse porter l'effort prioritaire sur l'action, qui serait apparemment la plus efficace et conditionne le succès de toutes les

autres : l'éducation professionnelle et civique du colon. Il pose ainsi le problème de l'encadrement des colons et de leur rapport avec l'Office.

Le premier point incite à donner la préférence aux seules façons légères considérées comme très efficaces.

En fonction de ces considérations, les techniques de préparation des terres sont en voie de révision sur les bases suivantes :

Riz

Le labour profond est limité aux parcelles, où l'infestation par les adventices à rhizomes devient très dangereuse ; en moyenne une façon tous les cinq ans, soit l'équivalent de 100 kg paddy/hectare.

Un labour léger (déchaumeuse, offset) est effectué tous les ans ou tous les deux ans au début des pluies ou sur préirrigation (quinze jours après la mise en eau), pour contrôler les riz rouges et noirs sauvages et faciliter le labour attelé avant semis.

La charge annuelle moyenne de motoculture en rizière permanente serait donc de :

gros labour tous les cinq ans, par an 500 : 5 = 100 kg/ha
offset tous les deux ans, par an 200 : 2 = 100 kg/ha
200 kg/ha

Les semis s'effectuent toujours après un labour à la charrue attelée.

Pour un rendement attendu de 2.000 kg/ha la charge serait de 10 %.

Dans le cas de l'assolement coton-riz, le riz bénéficie d'un sol de bonne structure et propre, mais il faut aplanir les billons. L'opération peut être facilitée par une façon légère offset retenant l'équivalent de 200 kg de paddy pour un rendement attendu de 2.500 kg/ha, le semis s'effectuant ensuite, comme ci-dessus, après un labour à la charrue attelée.

Cotonnier

Pour l'assolement extensif coton-jachère, un labour léger (offset), coûtant l'équivalent de 80 kg coton par hectare, suivi d'un billonnage à la billonneuse attelée.

Pour l'assolement intensif, la préparation à l'offset est incluse dans le coût de l'intensification estimé au total à 1.000 kg/ha de coton.

Après le coup d'offset, le billonnage s'effectue comme ci-dessus à la billonneuse attelée.

2) L'expérience du centre rizicole mécanisé de Molodo

La création du centre rizicole mécanisé de Molodo (C R M) en 1949 répondait à trois objectifs :

α) Fournir rapidement une production importante de riz à la commercialisation, notamment pour le ravitaillement du Sénégal.

β) Améliorer le budget du service de l'exploitation par une entreprise, qui serait bénéficiaire et compenserait le déficit de certains centres colonisés.

γ) Démontrer aux colons les avantages de la mécanisation pour vulgariser la préparation mécanique dans les centres de colonisation rizicole.

Après un départ prometteur (rendement de 3.730 kg/ha sur 75 hectares), l'entreprise a connu des années difficiles. Le rendement moyen est tombé à 1.185 kg/ha en 1951-52 sur 2.152 hectares. Il est ensuite remonté à 2.225 kg sur 6.871 ha en 1954-55, pour redescendre à 1.650 kg/ha en 1957-58 sur 5.905 ha.

Les premières chutes de rendement sont imputables aux ravages des mange-mil, aux pertes considérables de récolte par verse générale, aggravée par l'utilisation de combines mal adaptées aux conditions locales de travail et conduites par un personnel inexpérimenté.

La nouvelle regression du rendement résulte de l'envahissement progressif des rizières par les plantes adventices et notamment par les riz sauvages, *O. breviligulata* et *O. glaberrima*. Accessoirement l'épuisement du sol peut être invoqué pour les terres de texture grossière, type Danga léger ou Seno. Combinée avec l'augmentation du coût des travaux mécaniques, particulièrement marquée, avec une main-d'œuvre exclusivement salariée, cette chute de rendement a neutralisé les améliorations réelles obtenues sur le plan : des techniques culturales, de l'efficience du travail mécanique et de la rationnalisation de l'entreprise. Son équilibre financier reste précaire et on s'interroge sur la question de savoir s'il convient de poursuivre l'expérience ou d'opérer la reconversion vers l'exploitation en colonisation.

Les principales améliorations ont été recherchées sur les voies suivantes :

a) amélioration du planage ;

b) étalement et avancement des semis, de fin mai à fin juin ;

c) accroissement de la densité des semis de 75 kg/ha à 110-120 kg/ha ;

d) réassortiment des variétés (Dissi, Makalioka, Bentoubala, Ebandioul), plus productives et plus résistantes à la verse et permettant d'autre part l'étalement des semis ;

e) vidange, retardée d'une dizaine de journées après l'épiaison, pour nourrir le grain (dans la mesure compatible avec le ressuyage des terres et leur mise en portance pour les combines au moment de la moisson) ;

f) étalement et avancement de la récolte de fin octobre à début décembre, conséquence de la nouvelle période de semis : on améliore l'amortissement des combines par une utilisation plus soutenue et on assure l'achèvement de la moisson avant l'apparition des grands vols de mange-mil ;

g) rationalisation du travail mécanique, caractérisée par l'abandon des labours profonds, trop onéreux pour les avantages qu'ils procurent (présence de fortes dérayures nuisant au nivellement), et reconversion du parc vers un matériel adapté à des travaux plus légers (déchaumage et offset) ; amélioration sensible du rendement du matériel : c'est ainsi que la surface récoltée à la combine est passée en moyenne de 400 kg/heure sur 1.900 ha en 1951-52 à 995 kg/heure sur 4.140 ha en 1957-58.

Pour la préparation des terres le rendement des façons s'est aussi sensiblement amélioré :

Opérations	Matériel			Surface à l'heure (arrondie)
Labour profond	TD	24	2 charrues	0,75 ha
	TD	14	1 »	0,50 ha
Labour offset	TD	24	2 offsets	1,90 ha
	TD	14	1 »	0,87 ha
	TD	9	1 »	0,80 ha
Déchaumage	TD	14		1,00 ha
	WDR	9		0,50 ha
Semis en ligne à la volée	WD	9		2,00 ha
	WDR	9		6,15 ha
Pulvérisage	TD	14		1,00 ha
	WDR	9		2,20 ha

Au cours de l'exercice 1957-58, le coût des façons a représenté, par hectare, suivant les unités de culture (chaque unité s'étend sur 1.000 à 1.200 ha), l'équivalent de 386 kg/ha à 595 kg/ha, en moyenne 434 kg/ha, pour un rendement moyen proche de 1.640 kg/ha, soit 26,4 %, ce qui n'est pas excessif pour une entreprise intégralement mécanisée.

Comment cette infestation herbeuse du terrain a-t-elle pu se développer et quels sont les moyens envisagés pour la juguler ?

Il apparaît que les excellents rendements moyens obtenus à Molodo entre 1952-53 et 1954-55, alors que les grandes extensions étaient terminées et que la surface cultivée n'est passée que de 4.600 à 5.975 ha, répond à la période, où une certaine maîtrise technique de la culture (complétée par la moisson annuelle en attendant que l'utilisation des combines fut au point) ayant été acquise, n'a pas vu ses effets contrariés par de fortes déprédations des mange-mil et surtout la présence d'une vigoureuse flore d'adventices adaptées au milieu aquatique des rizières. Cette flore parfaitement étrangère, à l'origine, aux terres sèches aménagées, a colonisé progressivement les rizières. Certaines espèces, fleurissant et mûrissant avant le riz, tendent progressivement à se substituer à lui.

Ces résultats paraissent contredire les affirmations précédentes touchant les mérites de la moto-

culture en tant que moyen de lutte des mauvaises herbes. D'autre part, ils ne peuvent mettre en cause l'inhabileté ou les négligences des colons, puisqu'ils n'ont nulle part à l'exploitation. En fait, ces apparentes contradictions se résument à ceci :

1) Les labours moyens ou profonds, à sec, de saison sèche, pratiqués les premières années d'exploitation, sont très efficaces pour lutter contre les plantes à rhizomes, notamment *O. barthii*, mais ils contribuent à ancrer l'infestation par d'autres espèces, dont les semences dormantes sont enterrées et germent avec plus ou moins de retard (Ex. *O. breviligulata*).

2) La culture entièrement mécanisée, excluant toute intervention de destruction des mauvaises herbes après le semis (sauf une éventuelle application d'herbicides), le planage doit être très soigné, ce qui n'était pas le cas au début.

En colonisation, des sarclages, après la levée, peuvent assurer un contrôle des plantes adventices d'autant plus efficace qu'ils sont plus soignés. En culture mécanique on a mis au point une technique de destruction par des façons superficielles en saison sèche, suivant une préirrigation pour provoquer la levée des semences. Elle doit être étendue progressivement à l'ensemble du casier : 3.500 ha en 1958. L'efficacité de cette méthode, combinée avec des applications d'herbicides sur les tâches particulièrement infestées n'est pas douteuse, mais sera-t-elle suffisante ?

Il faut encore dire que, sans recours au désherbage manuel, il est bien difficile d'obtenir un contrôle parfait des adventices sans sole nettoyante périodique, disons tous les six ans.

Cette sole peut être une jachère, cultivée ou non cultivée, ou une culture sarclée.

La jachère non cultivée est plus salissante que nettoyante. La jachère cultivée est coûteuse et les façons sont pratiquement impossibles entre la mi-juillet et la fin septembre. Dans les deux cas, le terrain au repos (1/6) est improductif, et le rendement moyen par hectare aménagé est amputé d'autant, ce qui diminue sensiblement la rentabilité de l'aménagement.

Comme culture sarclée, la solution cotonnier n'est pas sans susciter des réserves : elle est inapplicable dans un secteur entièrement mécanisé.

A Richard Toll (delta du Sénégal), il a été possible, jusqu'à présent, de maintenir un haut niveau de productivité sans recourir aux jachères, par un traitement systématique des rizières aux herbicides, réalisé par avion. L'expérience est encore trop récente pour emporter la certitude. Cette solution pourrait cependant être envisagée, notamment si la base de traitement était élargie aux cotonniers. Les surfaces à traiter seraient très importantes et permettraient une réduction sensible des frais généraux des entreprises d'épandage.

Tout ceci considéré, il nous paraît que le centre pourrait trouver son équilibre technique sur les bases suivantes :

1) jachère travaillée tous les cinq ans ou mise au point des épandages d'herbicides par avion ;

2) pratique systématique de la préirrigation au moins un an sur deux, pendant la saison sèche, suivie d'une façon superficielle (après quinze jours de ressuyage et pour assurer la levée des plantes adventices ou du pacage par le gros bétail ;

3) nouvelles améliorations variétales dans le sens d'une plus grande rigidité des pailles.

Dans ces conditions, le rendement moyen par **hectare cultivé**, pourrait atteindre 2.500 kg, et, par hectare aménagé environ 2.200 kg. Ce rendement pourrait être porté à 2.500 kg/ha par l'appoint de 100-150 kg de sulfate d'ammoniaque à l'hectare, si l'abaissement du prix des engrais rendait leur utilisation rentable.

Reste à démontrer que, sur ces bases, l'équilibre financier de l'entreprise serait assuré. Il en est assez proche actuellement. Les résultats comptables des unités de culture dégagent des prix de revient qui varient de 10 à 13 fr. L'équilibre est donc déjà atteint pour certains centres, sans que la qualité des terres y soit pour beaucoup, et il suffirait de généraliser les résultats les meilleurs pour gagner la partie.

Au stade actuel de l'entreprise, la conversion du centre mécanisé en unité semi-mécanisée serait probablement une erreur. Les 6.000 hectares du C R M de Molodo, représentant le tiers environ de la surface totale en paddy, ont fourni en 1956-57 près de 10.000 t de paddy, soit le tiers environ de la collecte totale pour l'usinage. Le régime de colonisation se traduisait par une amputation du quart environ de la récolte pour les besoins de l'auto-consommation, à un moment, où l'approvisionnement en riz des centres urbains du Soudan soulève quelques difficultés.

III) Superficie, structure et revenu de l'exploitation des colons

La superficie et la structure de l'exploitation de chaque colon doivent théoriquement répondre aux exigences suivantes :

1) Assurer un travail soutenu à la famille, compte tenu de l'assistance mécanique qu'il reçoit. Ce qui n'exclut pas un léger appoint saisonnier de main-d'œuvre extérieure notamment pour les pointes de récolte.

2) Fournir un volume et une gamme de productions, qui assure la nourriture de base de la famille et laisse un revenu monétaire, très amélioré par rapport à celui des agriculteurs de brousse, après défalcation des diverses redevances dues à l'Office ou aux associations syndicales.

L'action de colonisation des terres nouvelles tend en dernière analyse à réaliser un certain équilibre entre les trois données fondamentales :

α) densité du peuplement humain qui dépend de la superficie des exploitations ;

β) niveau de la technique, qui dépend de l'habileté professionnelle et de l'importance du capital d'exploitation (équipements et fournitures) ;

γ) niveau de vie qui est la résultante des deux facteurs précédents dans le contexte économique et social de l'entreprise.

A) Peuplement actuel des casiers

Le tableau 8 résume l'évolution de la structure des lots de colonisation attribués par travailleur et groupe familial de quatre ou cinq personnes.

Tableau 8

Evolution théorique de la structure des lots de colonisation pour un travailleur

	Système de culture et structure d'exploitation	Surface	Nombre de personnes par ha aménagé	Nombre de personnes par ha cultivé	Surface cultivée par travailleur
Kokry-Kolongotomo ..	Riz permanent RVCP : 4 ha	4 ha	1	1	4
Kala inférieur (Nioro) :					
Début	2 ha C + 2 ha EV + 2 ha S	6	0,8	1	4
Première extension	2 ha C + 2 ha J + 2 ha S	6	0,8	1	4
Deuxième extension	3 ha C + 3 ha J + 1 ha RVP	7	0,57	1	4
	2 ha C + 2 ha RVCA	4	1	1	4
Kouroumari :					
Début	4 ha C + 2 ha EV + 2 ha S	6	0,5	0,66	4
Nouvelles extensions	3 ha C + 3 ha J + 1 ha RV	7	0,57	1	4
	2 ha C + 2 ha RVCA	4	1	1	4
Systèmes actuels :	Riz permanent RVCP façons mécaniques légères.	4	1	1	4
	Riz permanent sans façons mécaniques RVCP	3	1,33	1,33	3
	2 ha C + 2 ha J + 1 ha RVP	5	1	1,33	5
	1,5 ha C + 1,5 ha RVA	3	1,33	1,33	3

RVCP : riz vivrier et commercial permanent ; C : cotonnier ; EV : engrais vert ; S : sorgho ; J : jachère ; RVP : riz vivrier permanent ; RVCA : riz vivrier et commercial en assolement ; RVA : riz vivrier en assolement.

Les tentatives de dilution du peuplement humain (première extension du Kala inférieur et du Kouroumari dans les secteurs cotonniers, Molodo « colonisés » pour le riz) se sont soldées par des échecs. On s'est replié sur la base théorique de 4 hectares cultivés par travailleur ou 1 hectare par habitant, tombant respectivement à 0,80 et 0,57 par hectare aménagé pour les casiers cotonniers.

Le tableau 9 donne une idée des conditions effectives d'occupation des terres pendant la campagne 1956-1957 avant qu'il n'ait été décidé de généraliser l'assolement riz-coton.

Tableau 9

Conditions effectives de peuplement des terres aménagées de l'office du Niger pendant la campagne 1956-1957

Centres	Population			Bœufs de labour par ha cultivé	Bovins toutes catégories		Par personne, surface		Par travailleur surface cultivée	
	Totale	Travailleurs de 15 à 55 ans	% des travailleurs		par ha	par personne	aménagée ha	cultivée ha	en casier ha	en casier et hors casier ha
Kokry - Kolongotomo	11.331	3.005	26,5	0,32	0,58	0,55	0,80	0,84	4,49	4,60
Niono	9.100	2.459	27,0	0,39	0,73	0,60	0,74	1,12	3,29	4,30
Kouroumari	2.389	645	27,0	0,13	0,16	0,14	0,88	1,0	3,56	4,28
Molodo Colonyse	1.337	361	27,0	0,43	0,66	0,67	1,0	1,0	3,75	6,56
Baguineda	4.983	1.239	24,8	0,51	1,00	0,62	1,53	2,59	4,15	

La proportion de travailleurs hommes, adultes, est légèrement supérieure à 25 %, sauf au centre de Baguineda, dont le peuplement, plus ancien, comprend plus de jeunes.

La densité de peuplement par hectare aménagé est de 1,53 à Baguineda, mais se tient entre 0,74 Niono et 1 Molodo pour les autres casiers.

Par hectare cultivé en casier (jachères exclues) le peuplement est plus dense dans les casiers cotonniers, Niono : 1,12, Kouroumari : 1, que dans les casiers rizicoles de Kokry : 0,84.

Si on tient compte de l'appoint des cultures hors casiers, le taux de peuplement se tient généralement entre 0,94 à Baguineda, 0,82 à Kokry et tombe à 0,57 pour Molodo colonisé, où les cultures hors casiers sont plus importantes. Enfin la surface en casier cultivée par travailleur, varie de 2,59 ha à Baguineda à 4,49 ha à Kokry. Elle se maintient entre 4,15 ha (Baguineda) à 4,60 ha (Kokry) avec une pointe de 6,56 ha à Molodo, pour l'ensemble des cultures en casier et hors casier. Les taux de peuplement par ha cultivé en casier et hors casier et les surfaces cultivées par travailleur semblent indiquer un jeu de compensation entre les surfaces cultivées hors casier et en casier, les premières étant plus importantes quand les secondes le sont moins, la surface totale cultivée par travailleur se tenant toujours, entre 4,25 à 4,50 ha.

B) Surfaces cultivables en fonction des périodes de pointe

Depuis quelques années, le service de recherches de l'Office du Niger poursuit, parallèlement aux études agronomiques, des études d'économie rurale. Le déroulement des travaux agricoles est suivi sur un certain nombre d'exploitations pilotes dépendant des stations de Kayo (riz), du Sahel et de Kogoni (assolement coton-jachère et riz vivrier). Les études portent sur :

l'échelonnement et le rendement des divers travaux, la répartition des tâches entre les adultes des deux sexes et les enfants, l'appoint de main-d'œuvre étrangère ;

les superficies réellement cultivables, compte tenu des périodes de pointe et des interventions mécaniques ;

le compte de l'exploitation indiquant le produit brut, les charges réelles (redevances de l'Office), le revenu monétaire.

L'analyse du calendrier agricole fait ressortir quatre périodes de pointes :

1) préparation des terres à la charrue attelée, de juin à mi-juillet ;

2) binage et sarclage des cultures exondées (coton, sorgho), de juillet à la mi-septembre, et notamment en août ;

3) moisson du paddy, de novembre à la mi-décembre ;

4) cueillette du coton de la fin novembre à janvier, celle-ci pouvant cependant se prolonger bien au delà par l'irrigation et en cas de semis tardifs.

Pour le labour ou le billonnage à traction animale, il faut six jours par hectare et le semis doit, en principe, être suivi d'un hersage d'enfouissement pour le riz. Pendant la période considérée, il n'est guère possible, compte tenu des jours, où la terre mal ressuyée ne permet pas de travailler, de préparer soigneusement plus de 3 à 4 hectares.

La deuxième période ne pose un problème que dans les assolements cotonniers, lorsque les opérations de binage et sarclage se présentent en même temps pour toutes les cultures exondées, en casiers ou hors casiers. Pour le cotonnier trois binages sont nécessaires, exigeant chacun une dizaine de journées de travail. Au cours de cette période pluvieuse, le terrain n'est vraiment accessible en moyenne que deux jours sur trois. Il s'en suit qu'une superficie de 1,50 hectare par travailleur serait un maximum. Les binages et désherbages des autres cultures (sorgho hors casier) peuvent être beaucoup plus sommaires et plus hâtifs, de sorte que la surface cultivable peut être portée à 2 hectares au lieu de 1,50 ha, dont 1 ha riz ou sorgho et 1 ha coton.

Il faut noter que ces normes de sarclage et binage sont sévères et témoignent d'une forte agressivité des mauvaises herbes, qui s'explique en partie par l'excès d'humidité des terres. Une meilleure maîtrise de l'irrigation et du drainage simplifierait sans doute le travail.

Parallèlement la généralisation de la sole de riz vivrier devrait entraîner la réduction des cultures de sorgho et permettre de porter la surface en coton à 1,25 ha.

En cas de culture cotonnière intensive, comportant de nombreux traitements antiparasitaires pendant toute la période de développement des cotonniers, une réduction de la surface cultivable sera peut-être nécessaire, neutralisant en partie l'avantage de l'accroissement de rendement, à moins d'effectuer des traitements aériens.

La troisième et quatrième période de pointe dépendent du volume des récoltes et il peut y avoir effet cumulatif par chevauchement, dans le cas des systèmes de cultures coton-riz, ou coton-jachère et riz vivrier permanent.

Le riz requiert en moyenne par tonne de récolte :

moisson	10 jours
gerbage	3 jours
battage	4 jours
	17 journées

Le battage peut être différé. Pour une période de moisson de quarante-cinq jours et un rendement de 2.000 kg par hectare, soit vingt-six journées de travail, la surface, qu'une famille peut moissonner, ne peut guère dépasser 3 hectares.

Pour le coton le rendement par journée est de 15 à 20 kg pour la cueillette et le transport. Les opérations peuvent s'étaler sur soixante à quatre-vingt-dix jours et sont, pour 50 %, le fait de la famille entière. Au même moment il faut donner les dernières irrigations et procéder au battage du paddy. Une famille de quatre ou cinq personnes peut cueillir et transporter de 1.800 à 2.000 kg de coton, soit, suivant le rendement, la récolte de 1 à 3 hectares.

A l'époque de la moisson du paddy et de la cueillette du coton, on peut régulièrement compter, après la récolte de mil, sur une main-d'œuvre saisonnière provenant des zones périphériques des périmètres irrigués. Ces mouvements de main-d'œuvre sont dans la tradition locale ; le travailleur reçoit en paiement le dixième du grain qu'il moissonne.

Cette situation donne une certaine souplesse aux travaux de récolte. En revanche, cet appoint de main-d'œuvre est exclu pendant l'hivernage, période de grandes activités agricoles sur les terres sèches.

D'une façon générale la charge fixe par hectare cultivé, de 400 kg pour le paddy et 240 kg pour le coton, dite taxe d'eau et d'aménagement, en couverture des frais généraux de l'exploitation et de l'Office, pèse d'autant plus sur la récolte que la culture est plus extensive, c'est-à-dire que la surface cultivée par le colon est importante et le rendement bas. Autrement dit : 3 hectares à 2.000 kg/ha de paddy sont plus profitables au colon que 4 hectares à 1.500 kg comme c'est trop souvent le cas, on a :

	Premier cas	Deuxième cas
Produit brut	$1.500 \times 4 = 6.000$ kg	$2.000 \times 3 = 6.000$ kg
Taxes	$400 \times 4 = 1.600$	$3 \times 400 = 1.200$ kg
Reste	4.400 kg	4.800 kg

C) Produit brut et revenu agricole

Le tableau 10 relatif à la campagne 1956-57 indique pour chaque centre de colonisation quelques résultats globaux de l'exploitation, d'où sont extraits :

TABLEAU 10

RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION DES TERRES AMÉNAGÉES DE L'OFFICE DU NIGER POUR LA CAMPAGNE 1956-57 : CHARGES DE L'OFFICE SUR LE PRODUIT BRUT VENDU ET REVENU MONÉTAIRE DES COLONS, CHARGES PAYÉES

Centres	Population (P) et travailleurs (T)	Superficies		Superficies par		Valeurs des produits bruts collectés	Charges	Valeurs des produits revenant aux colons	% des charges	Revenu monétaire du colon			Observations
		soumises à redevance	cultivées en casiers	personne	travailleur					par personne	par travailleur	par hectare	
		ha	ha										
Baguineda	P 4.806 (1) T 1.239	3.089	3.382	1,53	2,59	53.289.632 37.355.492	23.328.000	29.961.632	43,7 63	6.231	25.030	9.699	Riz seulement Riz et autres cultures
Kokry	P 11.679 (1) 3.005	12.687	13.498	0,84	4,49	166.537.500	64.634.832	103.902.632	38,7	8.896	33.441	8.190	Riz
Niono	P 9.100 T 2.459	6.772	8.081	1,12	3,29	131.119.172	56.156.935	74.962.937	43,1	8.240	30.500	11.000	Riz coton
Molodo ..... Colonisé	P 1.337 T 361	1.349	1.360	1,0	3,75	19.390.000	6.816.000	12.574.000	35,1	9.400	36.000	9.300	Riz
Kouroumari ...	P 2.389 T 645	2.155	2.300	1,0	3,56	44.907.275	17.484.461	27.422.814	38,9	11.470	42.500	12.700	Riz coton

(1) Compte rendu succinct de la campagne 1956-1957.

1) La valeur des produits commercialisables (moins l'auto-consommation) collectés par l'Office.

2) La valeur totale des charges réelles payées à l'Office : taxes d'eau et d'aménagement, redevances pour cultures mécanique.

La taxe d'eau et d'aménagement est de 200 kg de coton par ha de coton, sur les anciens aménagements, et était de 300 kg sur les nouvelles extensions, mais elle a été abaissée à 270 kg, puis à 240 kg.

Pour le riz elle atteint 400 kg de paddy par ha.

Les redevances pour assistance mécanique varient suivant les colons.

3) Le pourcentage de prélèvement de l'Office sur le produit brut commercialisable (moins l'autoconsommation) ;

4) Le revenu en numéraire restant par hectare cultivé, par personne et par travailleur (revenu agricole).

Les charges de l'Office opèrent un prélèvement de 43,7 % Baguineda à 35,9 % à Molodo colonisé sur le produit brut commercialisable des cultures de casier. Ce prélèvement atteint 63 % sur la seule culture de paddy dans le casier de Baguineda. Il est plus élevé sur les secteurs cotonniers, qui paient des redevances proportionnellement plus importantes par hectare :

paddy 400 kg/ha × 12 Fr = 4.800 francs/ha
coton 200 kg/ha × 33 Fr = 6.600 francs/ha cultivé
= 3.300 francs/ha aménagé
240 kg/ha × 33 Fr = 7.920 francs/ha cultivé
= 3.960 francs/ha aménagé.

Les charges perçues, malgré ces forts pourcentages, ne couvrent qu'imparfaitement les frais généraux de l'Office et le coût réel de l'assistance mécanique.

Le revenu monétaire distribué (charges payées) par personne varie de 11.470 fr (Kouroumari) à 6.231 fr (Baguineda) suivant les centres, et, par travailleur, de 42.500 fr à 25.030 fr. Il doit être enrichi du produit vendu des cultures hors casiers. A Baguineda la faiblesse du revenu est en rapport avec le bas rendement en paddy et surtout un peuplement beaucoup plus dense. Après l'abandon du cotonnier égyptien et le développement des rizières, les extensions du Kouroumari s'inscrivent en tête, grâce à l'excellent rendement des nouvelles rizières.

Le revenu des colons varie considérablement dans le cadre de chaque casier, selon l'importance des rendements et la façon dont la mécanisation les impressionne.

On observe dans les exploitations pilotes de Kayo des revenus monétaires moyens trois à quatre fois supérieurs : de 75.000 à 180.000 fr.

Si on estime à 400 kg/ha la quantité de paddy retenue par individu pour la consommation et la semence, d'une valeur de 4.800 fr, le produit brut par personne se tient entre 16.000 fr au Kouroumari et 10.000 fr à Baguineda.

Malgré l'extrême médiocrité de ces chiffres, les colons de l'Office font figure de privilégiés en face des agriculteurs de la brousse africaine.

IV) Le problème de l'encadrement et des rapports entre l'Office du Niger et les colons

L'Office du Niger n'a que médiocrement réussi, dans son rôle d'éducateur et de formateur des colons en vue de les plier aux rigoureuses disciplines des cultures irriguées intensives Leur manque d'habileté et leurs négligences sont pour une large part à l'origine des médiocres résultats économiques de l'aménagement. Cependant l'Office dispose d'un lourd dispositif d'encadrement et d'assistance technique aux agriculteurs. L'investissement d'encadrement (un moniteur par village et un instructeur par unité de culture de 2.000 ha) revenait à 6.500 fr l'hectare (plan quadriennal 1956-57 à 1960-61).

L'installation des colons est estimée 25.000 fr par hectare (habitation, matériel, transport), somme à laquelle s'ajoutent 13.000 fr d'avance de vivres, semences, outillage.

Le coût de l'équipement mécanique à la disposition de la culture était de 15.500 fr par hectare de riz et 12.500 fr par hectare de cotonnier.

D'après le projet de plan quadriennal, les frais généraux locaux des centres, qu'on peut assimiler aux frais d'encadrement et d'assistance, dépassent 2.500 fr par hectare aménagé et par conséquent par personne.

Tout en faisant la part des difficultés supplémentaires résultant du caractère hétérogène du peuplement, sans armature sociale, et du traumatisme social et mental subi par les colons, les médiocres résultats auraient pour cause :

1) Une gestion trop autoritaire et pas assez éducative ; « les colons reçoivent des instructions et pas d'instruction ».

2) Les agents d'encadrement sont trop absorbés par des besognes comptables, techniques ou administratives et ne sont pas préparés à leur rôle d'éducateur.

Il est nécessaire de repenser entièrement le problème de l'encadrement, en utilisant les techniques modernes d'approche des milieux ruraux, qui ont fait leur preuve et tout l'arsenal des armes psychologiques.

La première réforme est de faire en sorte que les chefs de centre d'exploitation et les moniteurs soient un peu moins absorbés par les besognes administratives et en contact plus fréquent avec les colons.

Le problème des rapports entre l'Office du Niger et les colons présente un caractère institutionnel et réglementaire, dont l'étude sort du programme de cette mission. On peut cependant rappeler les principales réformes qui paraissent s'imposer. Elles concernent :

a) le régime foncier des terres aménagées par l'Office du Niger, la nature et l'étendue des rapports contractuels, qui devraient lier les colons et l'Office pour concilier les intérêts des deux parties, faire prévaloir et appliquer les méthodes rationnelles d'exploitation assurant la rentabilité maximale de l'investissement dans les conditions du moment (milieu naturel et conjoncture) ;

b) le rôle des associations syndicales, et, d'une façon générale, de tous les groupements de colons, appelés à servir d'intermédiaires entre l'Office et les exploitants et à assumer directement de plus en plus les opérations d'exploitations d'intérêt collectif ;

c) la décentralisation des gestions collectives au niveau des groupements élémentaires les plus proches des usagers (à l'échelon des villages) toutes les fois que la nature des opérations le permet. Il s'agit de dégager, à la base, les élites rurales aptes aux fonctions d'organisation et de gestion, qui prendront une part de plus en plus active à la gestion des services collectifs de l'exploitation, jusqu'au jour où elles pourront définitivement en assumer l'entière responsabilité, avec l'assistance technique et financière de l'Office du Niger.

Le problème foncier apparaît, à certains égards, plus simple que dans les aménagements locaux, hypothéqués par les droits des exploitants coutumiers des terroirs aménagés. En effet, les terres des périmètres irrigués de l'Office sont purgées de ces droits. Considérées comme « terres vacantes et sans maître » elles étaient en principe immatriculées au nom de l'Etat Français. Le fait que cette conception est dépassée par l'évolution politique et ne cadre plus avec les institutions de la nouvelle République Soudanaise ne change rien au fond du problème. Quel que soit le possesseur du domaine privé, le problème central est celui des conditions de tenure de l'exploitant et des obligations qui accompagnent la jouissance de la terre. La reconnaissance aux colons du droit de propriété sur les terres allotie, après une période probatoire, serait sans doute une erreur dangereuse. Sans offrir beaucoup plus de sécurité qu'un contrat de tenure indéfiniment renouvelable (sauf mauvaise gestion) et transmissible à la descendance, elle présenterait de sérieux inconvénients :

Possibilité de spéculations et d'accaparement abusifs des terres.

Cristallisation de l'assiette foncière, rendant plus difficile les opérations de remembrement ou de réaménagement des lots, motivés par des considérations d'efficience technique.

D'autre part la médiocrité des résultats de l'exploitation ne laisse aucune ressource aux colons pour assurer le remboursement d'une part, même limitée, de l'investissement d'aménagement du terrain. La cession du droit de propriété prendrait le caractère d'une générosité abusive en faveur d'une petite collectivité privilégiée, au sein d'une masse rurale infiniment moins bien partagée.

Enfin les rapports entre l'Office et les colons seraient certainement améliorés par une politique d'apurement et de consolidation des dettes de ces derniers auprès de l'Office, complétée par des opérations de remembrements et de réaménagements foncier, en vue d'ajuster la superficie des lots à la capacité de travail des familles de colons.

V) Révision des comptes de rentabilité de l'investissement et des résultats de l'exploitation

Par les analyses précédentes on s'est efforcé de dégager les conditions d'exploitation, qui permettraient d'améliorer parallèlement :

la productivité des terres aménagées et, par voie de conséquence, la rentabilité de l'investissement ;

le revenu agricole (monétaire) du colon, la nourriture familiale de base étant assurée ; tout en ménageant sur la production du colon les prélèvements de récolte nécessaires pour couvrir les charges d'assistance technique et les frais généraux de l'Office et éviter tout déficit de gestion de cet organisme.

Résultats des systèmes de culture actuels

Les terrains aménagés de l'Office du Niger sont actuellement partagés entre trois systèmes de culture (ou de production).

		Répartition en surface
Système de culture I : riz vivrier et commercial permanent RCVP		100/100 RCVP
Système de culture II : assolement : coton C, jachère, riz vivrier permanent RVP	40 % C 40 % J	20 % RVP
Système de culture III : assolement : coton C, riz vivrier et commercial RVCA	50 % C	50 % RVCA

Les systèmes de culture sont appliqués dans une structure d'exploitation suivante, sur la base d'un travailleur pour quatre personnes.

Système d'exploitation I : base : 1, travailleur pour 4 ha RCVP, 1 personne à l'hectare aménagé	Total 4 ha
Système d'exploitation II : base : 1 travailleur pour 5 ha : 2 ha C + 2 ha J + 1 ha RVP, 0,8 personne à l'hectare aménagé	Total 5 ha
Système d'exploitation III : base : 1 travailleur pour 3 ha : 1,5 ha C + 1,5 ha RCVA, 1,33 personne à l'hectare aménagé	Total 3 ha

On a étudié ci-dessus : le compte de rentabilité de l'investissement (Tableau 12 A) et le compte

TABLEAU 12

A) COMPTE DE RENTABILITÉ DE L'INVESTISSEMENT POUR LES SYSTÈMES DE CULTURES ACTUELS DE L'OFFICE

Systèmes de culture	I	II			III	
	R V C P 100 %	C 40 %	J 40 %	RVP 20 %	C 50 %	RVCA 50 %
Investissement par hectare aménagé	280.000		280.000		280.000	
Rendement par hectare cultivé kg	2.000	800		2.000	600	2.500
Production par ha aménagé, kg	2.000	320		400	300	1.250
Prix du kg du produit	14,5	34		14,5	34	14,5
Valeur du produit brut par hectare aménagé	29.000	10.880		5.800	10.200	18.125
			16.680		28.325	
Rentabilité de l'investissement %	10,4 %		6 %		10,1 %	
Investissement par tonne de produit	140.000	700.000		140.000	933.000	112.000

de résultats de l'exploitation (Tableau 12 B) répondant à ces trois systèmes de production et aux trois structures d'exploitation correspondantes.

TABLEAU 12

B) COMPTE DE RÉSULTATS D'EXPLOITATION

Système de culture	I	II			III	
	RVCP 100 %	C 40 %	J 40 %	RVP 20 %	C 50 %	RVCA 50 %
Structure de l'exploitation par travailleur	4 ha	2 ha	2 ha	1 ha	1,50 ha	1,50 ha
Surface de l'exploitation élémentaire par travailleur	4 ha		5 ha		3 ha	
Nombre de personnes par travailleur	4		4		4	
Nombre de personnes par hectare	1		0,8		1,33	
Récolte par hectare cultivé, kg	2.000	800		2.000	600	2.500
Produit brut de l'exploitation kg	8.000	1.600		2.000	900	3.750
Prélèvements de l'Office :						
Taxes kg	1.600	480		400	360	600
Façons mécaniques coton kg		160			120	
Façons mécaniques riz kg	800			200		150
Battage riz kg	800			200		375
Total	3.200	640		800	480	1.075
Prélèvements Office en %	40 %	40 %		40 %	55,3 %	33,2 %
Reste à l'exploitant kg	4.800	960		1.200	420	2.675
Prélèvements du colon :						
Semences kg	400	p. m.		100	p.	150
Nourriture 300 kg/an par personne	1.200			1.200		1.200
Total	1.600			1.300		1.350
Produit brut commercialisable pour le colon kg	3.200	960		déficit — 100	420	1.325
Valeur de ce produit brut Fr	46.400	32.640		—1.450	14.280	19.212
Revenu agricole par exploitant Fr.	46.400	31.190			31.492	
Revenu agricole par personne	11.600	7.797			7.873	

Ces structures reproduisent dans le cadre de l'exploitation élémentaire la répartition spatiale du système général de culture. Les dimensions sont ajustées à la capacité de travail de la famille et aux degrés admis d'intensification des techniques.

Quelques précisions s'imposent sur les principales données de ces tableaux.

1) Montant de l'investissement par hectare aménagé. L'estimation communiquée par l'Office est valable pour la campagne 1959-60.

Aménagement des terres (défrichement, planage, réseau hydraulique intérieur)	85.115
Réseau hydraulique principal	51.500
Réseau hydraulique secondaire	15.400
Equipement agricole : constructions	36.000
— : matériel	11.000
Frais généraux : études générales	11.300
— : travaux neufs	11.700
— : siège social	22.000
Divers imprévus	24.875
Total	288.890

2) Coût des produits agricoles. Ce sont les prix actuellement pratiqués au Soudan et valables pour la campagne en cours.

3) Prélèvements de l'Office. Ils correspondent aux taxes d'aménagements en kg de produit par hectare, au barème actuel, ainsi qu'aux remboursements des façons mécaniques dans les conditions étudiées plus haut à savoir :

Système I. Riz, une façon lourde tous les cinq ans,
une façon légère tous les deux ans.

Système II. Coton, un offset avant billonnage et billonnage attelé.
Riz, comme ci-dessus.

Système III. Coton, comme ci-dessus.
Riz, un offset avant labour attelé.

Le battage est dans tous les cas assuré pour 100 kg par tonne.

4) Prélèvements des colons : ils portent sur les semences de paddy à raison de 100 kg/ha, et la consommation familiale de riz estimée à 300 kg/an par personne.

5) Rendements des cultures, productivité des terres. Ils ressortent des discussions antérieures :

Riz permanent	2.000 kg/ha
Riz après coton	2.500 kg/ha
Coton après jachère	800 kg/ha
Coton après riz	600 kg/ha

Discussions des résultats

Les systèmes II et III ne sont, ni l'un ni l'autre, satisfaisants pour le colon, puisque son revenu agricole reste du même ordre et sensiblement inférieur à celui du riziculteur, mais dans le système III l'association du riz au cotonnier relève la rentabilité de l'investissement au niveau de celui du système I (rizières permanentes).

Pour que le nouveau système riz-coton soit plus intéressant pour le colon, il faudrait :

1) ou que la chute de rendement sur le coton estimée à 200 kg fût moins forte ;

2) ou qu'on puisse étendre la surface de son lot de un tiers en lui attribuant deux hectares de coton et deux hectares de riz, ce qui porterait l'exploitation à 4 ha et le taux de peuplement à une personne par hectare. Dans cette hypothèse, les rendements étant supposés inchangés, le colon recevrait :

$$\text{Coton} \ldots\ldots\ldots\

TABLEAU 12 *bis*

A) COMPTE THÉORIQUE DE RENTABILITÉ DE L'INVESTISSEMENT D'UN SYSTÈME DE CULTURE INTENSIVE DU COTONNIER

Système de culture	C.C.C. 40 %	J 20%	RVP
% Surface en riz		40 %	
Investissement par ha aménagé Fr		280.000	
Production ha cultivé kg	2.250	0	2.000
Production ha aménagé kg	900		800
Valeur kg produit	34		14,5
Vaelur production par ha aménagé	30.600	0	11.600
Total par ha aménagé		42.200	
Rentabilité		16,0 %	
Investissement par tonne de produit	186.000		140.000

B) COMPTE THÉORIQUE DE RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION D'UN SYSTÈME DE CULTURE INTENSIVE DE COTONNIER

Structure d'exploitation	I		II	
Structure de l'exploitation par travailleur, ha	1 ha 0,50 ha 1 ha		1,25 0,625 1,25	
Surface d'exploitation élémentaire par travailleur	2,50		3,125	
Nombre personnes par travailleur	4		4	
Nombre personnes à l'hectare	1.6		1,2	
	Coton	Riz	Coton	Riz
Récolte par ha cultivé kg	2.250	2.000	2.250	2.000
Produit brut par exploitation kg	2.250	2.000	2.812,5	2.500
Prélèvements de l'Office kg :				
Taxe	240	400	300	500
Intensification coton	1.000		1.250	
Façons paddy		200		250
Battage paddy		200		250
Totaux	1.240	800	1.550	1.000
Prélèvements Office en %	55.1 %	40 %	55.1 %	40 %
Reste à l'exploitant kg	1.010	1.200	1.262,5	1.500
Prélèvements du colon :				
Semences	p. m.	100	p. m.	125
Nourriture à 300 kg par personne		1.200		1.200
Total		1.300		1.325
Produit brut commercialisable kg	1.010	déficit 100	1.262,5	125
Valeur du produit brut commercialisable Fr	34.340	— 1.450	42.925	2.537,5
Revenu agricole par exploitant Fr	32.890		45.462,5	
— par personne Fr	8.222		11.365	

Structure d'exploitation :

se basant sur la composition moyenne des familles des nouveaux colons, on part de la base de un travailleur pour 3,3 personnes et on a par travailleur :

1 ha C + 0,33 ha RVA + 0,33 RVP = 1,66 ha, soit deux personnes par ha aménagé.

Ces conditions répondent à une interprétation très stricte de la capacité de sarclage du travailleur pour la sole de coton et comporte 40 % du terroir en riz pour nourrir la famille du colon.

Nous estimons préférable de séparer complètement le riz et le coton pour réduire au maximum les inconvénients résultant du voisinage des deux cultures.

Dans un tableau 12 *bis*, A et B, nous avons établi les comptes de rentabilité et de résultats d'exploitation en partant des hypothèses suivantes :

Système de culture :

Assolement coton-jachère, rotation de deux ans de coton, CC, pour un an de jachère, J.
Riz permanent vivrier RVP.
Soit 40 % CC, 20 % J, 40 % RVP.

On retombe sur le même pourcentage en rizière, mais on verra qu'il n'est pas possible de le descendre plus bas.

Pour la structure d'exploitation, nous admettons un travailleur pour quatre personnes, composition du peuplement stabilisé, plus exigeant en besoins vivriers mais donnant plus de main-d'œuvre d'appoint pour la récolte. On envisage deux structures différentes I et II, respectivement avec 1,25 ha et 1 ha de coton par travailleur. Il semble, en effet qu'il soit possible d'élargir de 1 à 1,25 hectare l'emprise cotonnière du travailleur. Il s'ensuit deux taux de peuplement de 1,6 et 1,2 personnes par hectare aménagé.

Du point de vue des méthodes d'exploitation et de la productivité correspondante des terres, les données suivantes ont été retenues :

1) Coût de l'intensification pour le coton, équivalent à 1.000 kg/ha selon le barème déjà estimé ; façons mécaniques standard pour les rizières permanentes = 200 kg/ha.

2) Rendements de 2.000 kg/ha pour le riz et de 2.250 kg/ha pour le coton comme moyenne des deux années.

Ces données retenues conduisent aux résultats suivants : la rentabilité de l'investissement est élevé à 16, 2 %, mais le revenu de l'exploitant reste inférieur au revenu du riziculteur cultivant correctement 4 ha de rizière par travailleur et, à condition, que le colon puisse effectivement maîtriser 1,25 ha. Sur la base d'un hectare seulement, son revenu est du même ordre que le revenu de la campagne 1957. D'autre part, les récoltes de coton et de paddy conjuguées en novembre-décembre peuvent motiver l'appel à la main-d'œuvre complémentaire rémunérée, avec amputation correspondante du revenu estimé. Il faudrait que la productivité des terres soit supérieure à 2.250 kg/ha, chiffre déjà considérable pour que le colon s'y retrouve franchement, ou encore que le coût de l'intensification fût sensiblement diminué. On voit dans quelles limites étroites d'amélioration tout le système se déplace.

Une interprétation, plus ou moins optimiste ou pessimiste de tel ou tel poste, n'y changera pas grand chose. Une constatation cruelle et accablante se dégage de l'analyse. L'intensification se dévore elle-même dans la plupart des cas et ne laisse que des miettes aux exploitants. On conçoit qu'ils la considèrent comme une mécanique compliquée, superposée à leur propre exploitation, qui ne les concerne fort peu et ne suscite qu'un intérêt de curiosité teintée parfois d'inquiétude. En introduisant largement l'exploitation dans le courant des échanges, elle rend plus perceptible les servitudes des économies d'hinterland qui pèsent sur le Soudan. La principale source d'amélioration de la condition du colon, répétons le encore, réside au delà des apports plus ou moins rentables de la technique moderne, dans son habileté, son assiduité au travail, car il est loin d'épuiser la productivité naturelle des terres, et le succès même des artifices techniques d'ailleurs en dépend. Affaire d'enseignement d'une part, de discipline collective ou personnelle de l'autre. Il n'y a pas de miracle de la production ou plus exactement les miracles se paient.

(*A suivre*)

SUR L'ORIENTATION DIFFÉRENTE DES PROCESSUS D'HUMIFICATION DANS LES SOLS BRUNS DES RÉGIONS TEMPÉRÉES ET LES SOLS FERRALLITIQUES DES RÉGIONS ÉQUATORIALES

par

G. BACHELIER

Maître de Recherches de l'O R S T O M

Les comparaisons faites sur les matières humiques entre les sols bruns des régions tempérées et les sols ferrallitiques des régions équatoriales montrent que les processus d'humification sont orientés différemment dans ces deux groupes de sols.

Les sols bruns des régions tempérées, bien que recevant chaque année moins de matières organiques végétales (6), sont cependant plus humifères que les sols ferrallitiques et la composition des matières humiques solubles au pyrophosphate de soude M/10 apparaît différente dans ces deux groupes de sols *.

Dans les sols bruns tempérés, les acides fulviques ont généralement, dans les profils, la même importance que les acides humiques.

Dans les sols ferrallitiques, au contraire, les acides fulviques prennent une place prépondérante. Dans les litières forestières, ils égalent les acides humiques, mais, dès les premiers centimètres du sol, ils deviennent les acides les plus importants, et, dans les profils, alors que les acides humiques disparaissent rapidement, les acides fulviques, eux, ne diminuent que très lentement.

		Litière épaisse d'1 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-25 cm	25-35 cm	60-80 cm
Acides humiques % 0	Mb	8,9	1,6	0,9	1,2	1,0	0,2	0,15
	B		2,6			2,1	2,6	
Acides fulviques % 0	B		2,7			2,3	2,6	
	Mb	8,3	4,2	3,8	3,5	3,2	2,6	2,5

FIG. I. — Matières humiques dans un sol ferrallitique (Mb = M'Balmayo au Cameroun) (analyses C. THOMANN) et un sol brun de la région parisienne (B = Bondy).

D'autre part, d'après les différents travaux (4, 5) sur les matières humiques du sol, nous pouvons considérer l'humification comme une resynthèse bactérienne à partir des produits de décomposition des matières végétales.

* Dans ce travail, tous les acides humiques et fulviques ont été extraits par le pyrophosphate de sodium M/10 (pH 10), les acides humiques ont été précipités par SO_4H_2 et redissous par NaOH N/10 puis, les acides humiques et fulviques ont été ensuite dosés séparément par manganimétrie.

Cette resynthèse correspond à la formation d'un plasma bactérien et à sa transformation en acides préhumiques de couleur brune ; elle a déjà été observée par divers auteurs et nous-même avons pu la voir et la photographier dans des débris herbacés en voie de décomposition (cf. photographie I) *.

PHOTOGRAPHIE I. — Formation de corps bruns par voie bactérienne dans une cellule épidermique d'une herbe en décomposition (× 1.600).

Les acides préhumiques sont encore solubles dans l'eau à pH légèrement acide, mais sont, comme les acides humiques, précipités par les acides ; par hétéropolycondensation, ces acides préhumiques donnent des acides humiques beaucoup plus stables.

Pour ce qui est des acides fulviques, Mme KONONOWA fait ressortir que ces acides n'ont pas une composition chimique très différente de celle des acides humiques et se comportent comme les acides simples des acides humiques.

L'humine elle-même ne constituerait pas un groupe à part mais correspondrait aux acides humiques fixés à la partie minérale des sols.

Compte tenu de ces diverses données, nous avons pensé que les différences d'humification, qui existent entre les horizons supérieurs des sols tempérés et ceux des sols équatoriaux, devaient résulter soit des variations du métabolisme d'une même flore vivant dans des conditions climatiques différentes, soit du fait que l'on avait affaire à deux flores elles-mêmes différentes.

Pour étudier cette question,

1) Nous avons récolté une solution humique s'écoulant d'herbes en décomposition, nous l'avons laissé se stabiliser un mois au laboratoire puis l'avons soigneusement filtrée, solution humique A.

De la même manière nous avons préparé une autre solution que nous avons, cette fois, desséchée sous lampe à filament de carbone, le dessicat étant ensuite remis en solution aqueuse pour donner une solution humique B plus stable que la solution A.

* D'après les travaux de chimie (2, 4, 5) cette resynthèse correspond à la fixation en chaînes latérales de protéines et d'acides aminés sur des noyaux quinoniques dérivant des divers composés aromatiques sous l'influence des oxydases des végétaux et des microorganismes. L'azote ammoniacal rend le milieu basique et peut lui-même se fixer en forme hétérocyclique.

Les substances réductrices issues de la dégradation des celluloses participent aussi à l'édification du plasma microbien ; quant aux acides taniques, ils pourraient donner des glucides phénoliques qui, en milieu basique, s'oxydent et se polymérisent en formant des noyaux aromatiques.

Nous avons alors étudié la stabilité de la solution A dans des conditions différentes de conservation, puis recherché l'évolution, à différentes températures, des solutions A et B, imbibant une terre ferrallitique du Cameroun (Yaoundé) ou une terre brune de la banlieue parisienne (Bondy).

2) Parallèlement, nous avons recherché quelle pouvait être, dans ces deux mêmes terres de Yaoundé et de Bondy, l'évolution des acides humiques et fulviques d'un terreau de jardin.

3) Enfin, nous avons suivi au microscope l'altération d'herbes appliquées sur la surface de ces deux mêmes terres pour observer, au sein de ces herbes, la formation des corps bruns.

Les figures suivantes résument nos principaux résultats :

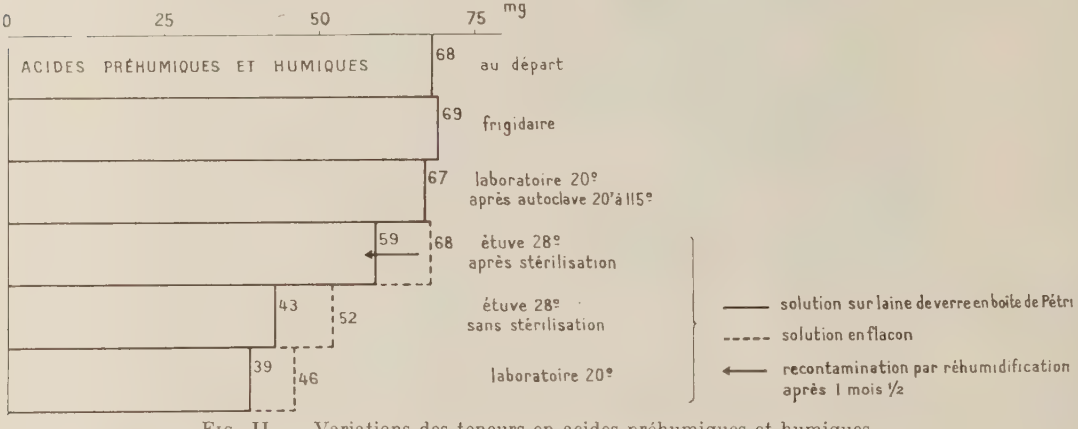


Fig. II. — Variations des teneurs en acides préhumiques et humiques dans 20 ml d'une solution humique A conservée trois mois et demi dans des conditions différentes

20 ml sol. humique A. (ac. pré-hum.-h. = 68 mg ; ac. fulv. = 29 mg)	Laboratoire 20°	Etuve 28° non stérilisée
Dans 20 g terre de Yaoundé	0 mg	— 19 mg
Dans 20 g terre de Bondy	— 11	— 1

Fig. III. — Variation des teneurs en acides préhumiques et humiques dans 20 ml d'une solution humique A ayant imbibé pendant trois mois et demi deux terres différentes. Résultats en mg, soustraction faite de l'évolution du témoin sur laine de verre et des acides humiques renfermés dans les terres.

20 ml sol. humique B. (ac. pré-hum.-h. = 40 mg ; ac. fulv. = 14 mg)	Acides préhumiques-humiques à 17°	Acides préhumiques-humiques à 27°	Acides fulviques à 17°	Acides fulviques à 27°
Dans sable de Fontainebleau	— 0,1 mg	— 1,5 mg	+ 4,9 mg	+ 0,5 mg
Dans 20 g terre de Yaoundé	— 1,3	— 13,5	+ 28	+ 17,5
Dans 20 g terre de Bondy	— 0,5	— 13	— 8,7	— 9,4

Fig. IV. — Variation des teneurs en acides préhumiques, humiques et fulviques dans 20 ml d'une solution humique B ayant pendant deux mois imbibé deux terres différentes. Résultats en mg, soustraction faite de l'évolution du témoin et des acides humiques ou fulviques renfermés dans les terres.

1,5 g terreau de jardin (ac. hum. = 26 mg ; ac. fulv. = 13 mg)	Acides humiques	Acides fulviques
Dans sable de Fontainebleau	— 5 mg	— 1,3 mg
Dans 40 g terre de Yaoundé	— 15	+ 61
Dans 40 g terre de Bondy	+ 4,7	— 2,9

Fig. V. — Variation des teneurs en acides humiques et fulviques de 1,5 g de terreau de jardin mélangé à deux terres différentes et conservé deux mois à 28° en atmosphère humide. Résultats en mg soustraction faite des acides humiques et fulviques renfermés dans les terres.

Compte tenu que les teneurs en acides humiques et fulviques des terres de Yaoundé et de Bondy ne varient pratiquement pas quand on maintient pendant deux mois ces terres humides à 20 ou 28°, nous pensons pouvoir tirer les conclusions suivantes de nos divers résultats :

1) L'évolution en solution des acides préhumiques et humiques est essentiellement d'origine microbienne ainsi que le montrent les résultats de la figure II.

2) Même si elles contiennent de nombreuses espèces communes, les flores humifiantes et deshumifiantes, d'après le résultat de leur activité, apparaissent différentes dans les sols équatoriaux et les sols bruns tempérés.

3) La flore destructrice des acides préhumiques et humiques est très active dans les sols équatoriaux vers 27-28° alors que vers 17-20° elle est pratiquement sans effet.

Dans les sols bruns tempérés, selon l'équilibre biologique, qui s'établit au cours des expériences, la flore deshumiliante peut soit être plus active à 17-20° qu'à 27-28° (ce qui a été le cas avec la solution humique A riche en acides préhumiques p u stables), soit, au contraire, et vraisemblablement par suite du développement de bactéries cosmopolites, s'avérer beaucoup plus active à 27-28° dans les conditions équatoriales, ce qui a été le cas aves la solution humique B.

4) Alors que la flore deshumifiante des sols bruns tempérés détruit aussi les acides fulviques ou n'en laisse apparaître que très peu, la flore déshumifiante des sols équatoriaux laisse ces acides s'accumuler, soit qu'elle ne les utilise pas ou peu, soit qu'ils résultent de la destruction même des acides préhumiques et humiques, soit, ce qui est plus improbable, que leur synthèse s'en trouve favorisée.

Confirmant ces conclusions l'examen d'herbes appliquées sur les terres de Yaoundé et de Bondy nous a montré que les premiers stades de la décomposition de ces herbes étaient pratiquement les mêmes dans les deux cas à savoir : un léger brunissement passager des noyaux dans les cellules du parenchyme, l'altération des chloroplastes avec éventuellement développement d'algues vertes à partir de leurs reliquats, le brunissement de certaines cellules contiguës aux faisceaux ligneux (brunissement plus fréquent dans les herbes appliquées sur la terre de Bondy), la colonisation des herbes par les bactéries et les champignons (cette dernière prédominant dans les herbes appliquées sur la terre de Yaoundé) puis, dans les deux cas, colonisation par les protozoaires et les nématodes.

Mais, secondairement, alors que, dans les herbes appliquées sur la terre de Bondy, nous avons pu observer une synthèse généralisée des acides préhumiques par les bactéries, dans les herbes appliquées sur la terre de Yaoundé, nous n'avons pu observer cette synthèse qu'en quelques points très localisés.

De plus, à poids égal de feuilles, l'extrait au pyrophosphate de soude des herbes appliquées sur la terre de Bondy s'est révélé deux fois plus coloré et trois fois plus riche en matières humiques totales que l'extrait des herbes appliquées sur la terre de Yaoundé.

Conséquences :

Dans les régions équatoriales, l'humidité et la température se maintenant pratiquement égales toute l'année, l'activité bactérienne y reste à peu près constante et, ainsi que nous venons d'en juger, les acides préhumiques et humiques tendent à être régulièrement détruits et les acides fulviques à s'accumuler.

Dans les régions tempérées, au contraire, le dessèchement des sols en été doit ralentir l'action de la flore déshumifiante, favoriser l'hétéropolycondensation des acides préhumiques en acides humiques et peut-être même aider à la destruction de certains acides fulviques.

Dans les sols à pédogénèse complexe des savanes africaines existe aussi une grande période de sécheresse, mais les teneurs en acides humiques de ces sols sont cependant généralement très faibles car, à la différence des sols tempérés, ces sols sont non seulement parcourus chaque année par les feux de brousse mais sont, de plus, entièrement colonisés par les termites qui détruisent rapidement les litières végétales, contrecarrent les processus d'humification et même, pour certaines espèces, contribueraient à détruire les substances humiques déjà formées.

RÉSUMÉ. — *Par des expériences de laboratoire portant sur l'évolution, à températures différentes, de solutions humiques ou de terreau de jardin placés à la fois dans une terre brune du bassin pari-*

sien et une terre ferrallitique du Cameroun, il paraît possible d'expliquer les différences qui existent entre les processus d'humification des régions tempérées et ceux des régions équatoriales.

L'examen de l'altération d'herbes appliquées à la surface de ces mêmes terres tend à confirmer les conclusions de ces expériences.

SUMMARY. — *It seems possible to explain differences between the humification-process of temperate regions and that of equatorial regions, through laboratory tests on the evolution, at different temperatures, of humic solutions or of garden mould placed in a brown soil from the Parisian Basin and in a ferrallitic soil from French Cameroons.*

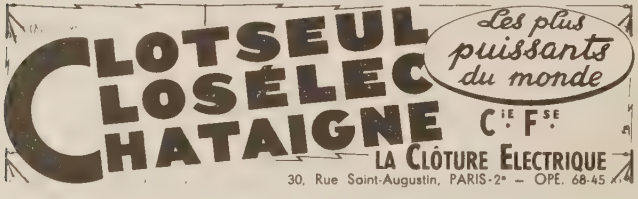
The inspection of the altered grass at the surface of these soils tends to confirm the conclusions reached after these tests.

RÉSUMEN. — *A consecuencia de experimentos de laboratorio acerca de la evolución, en temperaturas diferentes, de soluciones húmicas o de tierras de huertas puestas conjuntamente en un suelo pardo de la cuenca parisiense y en un suelo ferralítico del Camerún, parece posible explicar las diferencias existando entre el desarollo de la humificación en las regiones templadas y lo de las regiones ecuatoriales.*

Basta darse cuenta del cambiamento de las hierbas aplicadas sobre estas mimas tierras para que se confirmen las conclusiones del autor.

Bibliographie

1) Duchaufour Ph., Mangenot F. — Recherches sur l'évolution expérimentale de certains humus. 1. *Ann. Agro.*, nº 2, 1956, p. 159-81 ; 2. *Ann. Agro.*, nº 4, 1957, p. 573-83.
2) Flaig W. — Contribucion al estudio de los acidos huminicos. Monografias de ciencia moderna nº 46. Instituto de Edafologia y Fisiologia vegetal, Madrid, 1955.
3) Kauffmann J., Mlle Boquel G. — Influence du thermo et de l'hygropériodisme sur la formation de l'humus. Incidence sur le problème de la conservation de l'humus dans les terres acides sous climat tropical. *C. R. Acad. Sciences*, T. 250, nº 7 (15 févr. 1960), p. 1314-16.
4) Kononowa M. — Die Humusstoffe des Bodens. Veb. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1958.
5) Laatsch W. — Modernos conceptos sobre el humus. Monografias de ciencia moderna nº 35, Instituto de Edafologia y Fisiologia vegetal, Madrid, 1952.
6) Laudelout H., Meyer J. — Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. C. R. 5e Congr. Intern. Sci. Sol, Léopoldville, 1954, Vol. II, p. 267-71.



SOLS ET GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE LA ZONE LITTORALE DE GUINÉE DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA RIZICULTURE

1. — L'ILE DU KABAK

par

H. JACQUES-FELIX
Directeur de recherches de l'O R S T O M

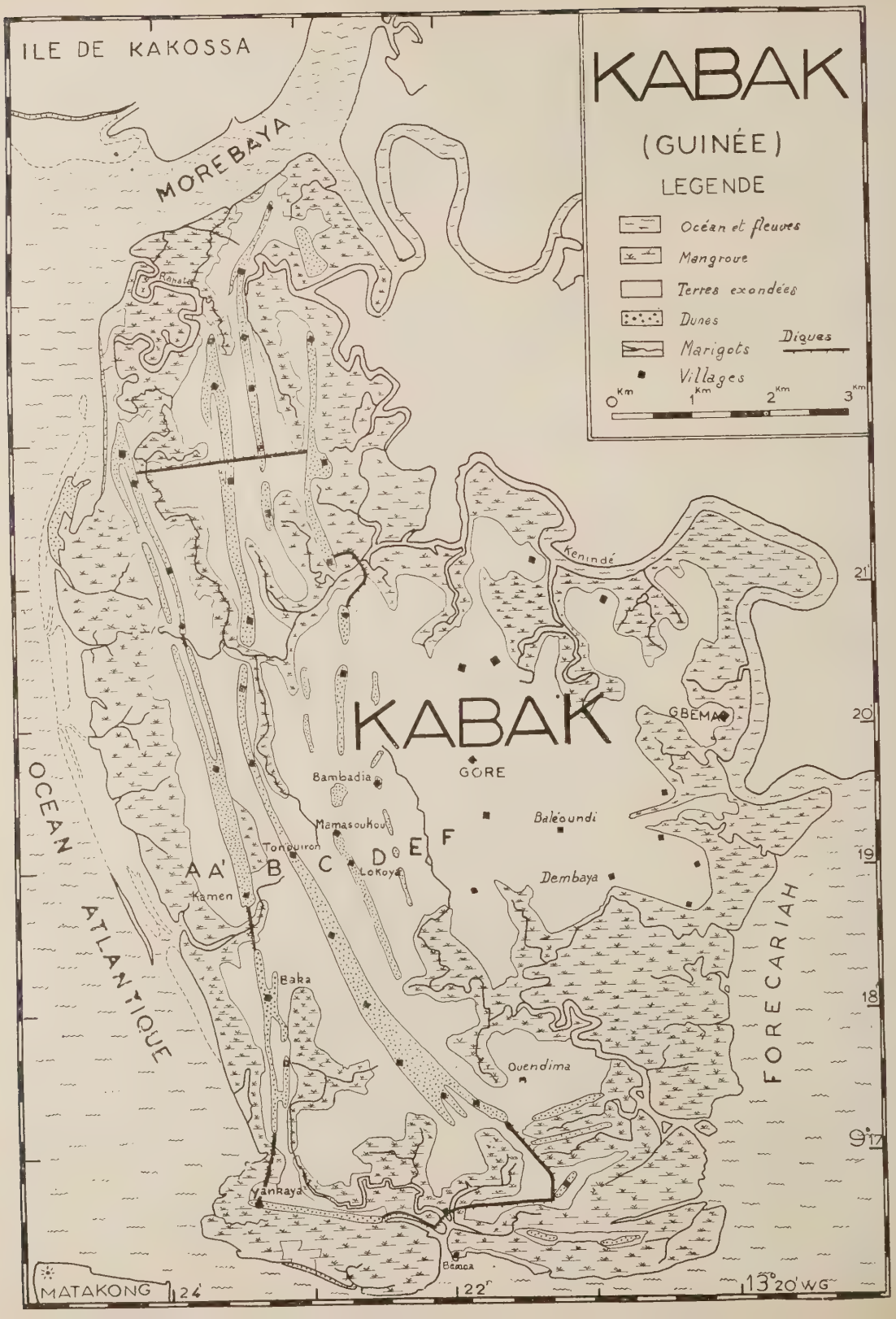
R. CHEZEAU
Aide-Chimiste

En dehors des deux caps de Verga et de Conakry, la côte de Guinée est généralement basse et s'ouvre sur les estuaires de nombreux petits fleuves côtiers, qui lui ont valu le nom de « Rivières du Sud ». La morphologie habituelle à ce type de côte est déterminée par une alternance de cordons littoraux sableux et de plaines vaseuses. Ces terres basses, qui s'étendent souvent sur un large front, sont plus ou moins soumises aux marées, dont le flot et le jusant vont et viennent dans un réseau compliqué de chenaux. C'est le domaine de la mangrove avec des *Rhizophora* à échasses sur les berges mêmes et les vases non fixées, et avec des *Avicennia* sur les plaines en voie d'atterrissement. Plus profondément dans les estuaires, le jeu des marées a pour effet de refouler les eaux douces qui submergent les plaines riveraines et irriguent ainsi les rizières dites ouvertes.

Malgré d'importantes difficultés : défrichement pénible, protection contre les eaux salées, labours exclusivement manuels, assèchement difficile au moment de la récolte, etc..., ces terres sont très recherchées pour la riziculture en raison de leurs autres qualités : haute fertilité, structure et humidité favorables, absence de flore adventice envahissante, etc... Il reste cependant que bien des problèmes se posent pour leur intégration définitive dans les programmes rizicoles plus généraux : nécessité de conserver la fertilité, qui permettra une rotation intensive justifiant les frais d'éventuels travaux d'aménagement, difficultés d'accès aux machines, etc... Aussi la question se pose de connaître quelles sont les raisons qui font que des terres situées en retrait de la mangrove, provenant souvent d'ailleurs de celle-ci par atterrissement, sont délaissées alors qu'elles sembleraient se prêter mieux à une culture mécanisée qui, à défaut d'assurer un rendement plus élevé à l'hectare, permettrait au moins une meilleure productivité du travail humain. C'est dans cet esprit que plusieurs études ont été faites sur les sols et groupements végétaux caractéristiques qui succèdent à la mangrove.

Le Kabak est tout à fait typique de la morphologie esquissée plus haut. Son caractère amphibie ne peut mieux être évoqué que par les estimations de Portères*, qui rapporte que la superficie aux hautes marées n'est que de 3.500 ha, alors qu'elle est de 13.500 ha à marée basse. Même en ne considérant plus justement que la superficie moyenne, qui est de 11.000 ha, on compte encore 7.000 ha de mangroves et autres terres situées dans la zone intercotidale. Situé entre deux estuaires il résulte de dépôts qui, à partir peut-être de hauts fonds séparés de la terre ferme, ont gagné et continuent de gagner sur la mer, surtout en direction du sud-ouest, soit sur la rive droite de l'estuaire de la Morébaya. C'est au moins sur ce côté de l'île que la formation est hétérogène, avec existence de cordons littoraux plus ou moins réguliers et parallèles et de plaines intermédiaires. On ne peut que présumer de la genèse de ces formations ; les cordons littoraux seraient « deltaïques », avec les sables de la Morébaya pour origine, tandis que les vases des plaines seraient typiquement marines. Du moins il est clair que ces plaines sont d'autant plus âgées qu'elles se rapprochent des terres hautes, avec lesquelles elles finissent par se confondre, et cessent ainsi de nous intéresser, alors que vers l'ouest on peut assister à leur naissance et à leur colonisation par les palétuviers. Etudier dans leur état actuel les terres de chacune de ces plaines c'est approcher, autant qu'il est possible, l'histoire de leur évolution pédologique et permettre à ceux, qui en ont la charge, de proposer en connaissance de cause les meilleures solutions à leur mise en valeur.

* R. Portères. Les variétés de riz de l'île du Kabak. *J. Agric. trop. Bot. appl.* 4, 1957 : 185-211.


KABAK
(GUINÉE)
LEGENDE
Océan et fleuves
Mangrove
Terres exondées
Dunes
Marigots
Digues
Villages
0 Km 1 Km 2 Km 3 Km
ILE DE KAKOSSA
MOREBAYA
Ranato
Kenindé
KABAK
GBEMA
GORE
Bambadia
Mamasoukou
Tonouiron
Lokoya
Baléoundi
Dembaya
Kamen
Baka
Ouendima
Yankaya
Bemca
OCEAN ATLANTIQUE
FORECARIAH
A A' B C D E F
MATAKONG
13°20' WG
9°17
21
20
19
18
24
22

La pluviométrie, qui atteint une valeur d'environ 4 m pour une saison pluvieuse de six mois seulement, rend difficile le drainage de ce territoire dont seules quelques terres se situent à peine au-dessus du niveau de base. Le réseau hydrographique esquissé par le drainage est donc mixte et l'écoulement, qui est assujetti au gré des marées, est intermittent. Au cours de la saison sèche la mer pénètre largement dans les terres par ce même réseau. Enfin si l'on ajoute que les estuaires de la Morébaya et de la Forécaria sont plus exactement des bras de mer aux eaux salées, et qu'il n'existe aucune possibilité d'amener de l'eau d'irrigation, on aura l'essentiel des conditions physiques qui régissent l'agriculture du Kabak.

Celle-ci est entièrement consacrée au riz. Tandis que les hameaux s'égrènent le long des cordons ombragés de palmiers et de cocotiers, les champs s'étendent dans les plaines qui, malgré une apparente uniformité, se partagent en trois zones rizicoles distinctes.

1) Vers l'ouest, en dehors du dernier cordon littoral, la mangrove en cours de défrichement ; 2) en deçà, trois principales plaines marécageuses délimitées par les cordons et endiguées ; 3) vers l'intérieur les dépôts sablonneux ne forment plus que des îlots et la plaine se relève et s'assèche progressivement pour se confondre avec les terres incultes du centre de l'île.

Les conditions culturales les plus immédiates de ces trois zones sont liées à la topographie et concernent surtout la salure et le plan d'eau. Difficilement corrigibles la riziculture doit s'y plier, entre autres par le choix des variétés les mieux adaptées *. Mais à ces problèmes s'en ajoutent bien d'autres qui concernent les qualités agrologiques des sols et leur évolution : épuisement de la fertilité, phénomènes de toxicité, latéritisation, etc... Une prospection pédologique du Kabak, avec carte (inédite), a été exécutée par Vérot en 1953. Ce document donne une bonne classification des terres mais n'aborde pas les problèmes particuliers évoqués ci-dessus.

Par la présente étude nous avons cherché à définir les différents types de sol d'après les caractères de leur profil. Nous avons ainsi procédé à sept prélèvements allant de la mangrove récemment défrichée à la plaine centrale. Cette « coupe » est certainement très représentative ; ses enseignements ne peuvent cependant pas être généralisés par simple transposition topographique mais par analogie du type de végétation. Aussi donnerons-nous également un aperçu sur la flore indicatrice.

DESCRIPTION DES DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS. RÉSULTATS ANALYTIQUES

A) Les défrichements de mangroves à *Avicennia*

Les peuplements à *A. nitida* occupent normalement les espaces plus ou moins vastes situés entre les chenaux. Ils sont encore régulièrement baignés par chaque marée étale ou ne le sont plus que par les grandes marées. Dans ces conditions l'écoulement est très calme et il y a limonage actif avec une légère tendance à la concentration saline.

La mise en rizière exige d'importants travaux : endiguage de la parcelle, canalisations d'écoulement **, abatage des arbres. Pendant deux ans au moins la parcelle est livrée à l'action des pluies, qui dessalent le sol sur une épaisseur suffisante et font pourrir les bois abattus et les racines.

Nos prélèvements *a* et *a'* représentent ce type de terrains après un an et deux ans de défrichement.

Notes de prélèvements :

Profil *a*) : Plaine de Kamen, extérieure au cordon ; défrichement d'un an d'un peuplement d'*Avicennia* ; aucune autre végétation phanérogamique.

Horizons *** : α) de 0 à 20 cm, nombreux débris de racines, teinte brune, avec localisation de plaques légèrement rougeâtres ; dans la zone de transition avec l'horizon suivant, existence de boules compactes pouvant cependant s'écraser facilement.

β) de 20 à 50 cm, terre grise, onctueuse, avec parties plus foncées malodorantes.

Profil *a'*) : Plaine de Kamen, extérieure au cordon ; défrichement de deux ans d'un peuplement d'*Avicennia* ; quelques plages de *Philoxerus vermiculatus* ; le prélèvement a été fait sur une de ces plages ; une culture de riz a été détruite par la marée.

* Voir R. Portères, p. 325.
** Généralement c'est le déblai du canal qui fait le remblai de la digue.
*** Pour ces terres allogènes les références des horizons sont simplement alphabétiques.

Horizons : α) de 0 à 5 cm, zone explorée par les rhizomes, racines et radicelles de *Philoxerus* ; rhizosphère jaune rougeâtre ; transition avec boules compactes.

β) de 5 à 50 cm, terre gris-foncé avec poches noires malodorantes et quelques cavités rougeâtres en relation avec d'anciennes racines.

Après le défrichement la végétation est lente à s'installer, moins sans doute du fait de la salure que du manque d'ensemencements par les halophytes herbacées. Dans la parcelle défrichée depuis deux ans il y a apparition progressive de *Philoxerus vermiculatus*.

Ces terres, allogènes, jeunes, sont encore peu profilées et uniquement par le fait de la matière organique. Dans le profil *a*), la matière organique enrichit uniformément tout l'horizon de 0 à 20 cm. Dans le profil *a'*) on assiste déjà à un remaniement de la matière organique, justifiant le prélèvement d'un horizon de 0 à 5 cm et correspondant à la rhizosphère de *Philoxerus vermiculatus*.

La brusque destruction de la forêt laisse dans le sol d'importantes quantités de matière organique, dont la putréfaction anaérobie dégage de l'hydrogène sulfuré. Nous reviendrons ultérieurement sur ce phénomène.

Les teneurs en NaCl sont encore assez élevées pour l'ensemble des deux profils. Il faut préciser que la parcelle *a'*) avait été envahie au cours de l'année par de l'eau de mer qui avait détruit la première culture de riz. Les mottes arrondies, qui s'individualisent aux passages d'un horizon à l'autre, correspondent vraisemblablement à des poches de concentration de ce sel.

Les autres bases, agrologiquement favorables, CaO, MgO, K, sont très bien représentées. Le pH se trouve ainsi d'une valeur élevée, égale ou supérieure à 7.

B) Les rizières marécageuses

Les trois plaines principales peuvent entrer dans cette catégorie, encore que la plaine *a*) soit nettement intermédiaire avec les plaines hautes et soit considérée comme sèche (fili dara) par les cultivateurs.

Les plaines *b*) et *c*) sont, en principe, hors de l'atteinte directe de la mer, mais peuvent être facilement envahies par les marées qui remontent par les chenaux. C'est pour interdire cet accès d'eau salée directement dommageable, et aussi le refoulement excessif de l'eau douce, que d'importants travaux ont été entrepris dès 1953. Ils consistent, en substance, à compléter le barrage naturel des cordons littoraux par des digues et à placer aux endroits voulus les vannes, automatiques ou commandées, qui permettent la sortie des eaux douces à marée basse mais interdisent l'intrusion des eaux salées à la montée du flot. A l'intérieur du périmètre ainsi défini un système assez anarchique de canaux et de diguettes demanderait à être amélioré pour jouer efficacement son rôle dans la maîtrise relative du plan d'eau.

La nappe phréatique de ces plaines est peu profonde et nettement saumâtre de sorte que, au cours de la saison sèche, les eaux remontent verticalement par capillarité et laissent des efflorescences salines en surface par évaporation. Même en cours d'hivernage ces deux plaines sont légèrement saumâtres, il suffit de goûter l'eau qui s'accumule rapidement dans les trous d'échantillonnage pour en avoir une première confirmation. Cet équilibre n'est aucunement préjudiciable à la riziculture et en est au contraire un élément favorable, car cette salure périodique est le meilleur désherbant dont dispose le cultivateur. Nous ne trouvons effectivement dans ces plaines qu'une flore adventice très spécialisée : *Paspalum vaginatum*, *Philoxerus vermiculatus*, *Sesuvium portulacoides*, que les labours annuels suffisent aisément à contenir.

Notes de prélèvements:

Profil *b*) : plaine de Tonguiron ; culture de riz, adventices à *Paspalum vaginatum* dominant, quelques *Philoxerus vermiculatus* et de rares *Fuirena glomerata*.

Horizons : α) de 0 à 0,5 cm, terre rougeâtre correspond à un dépôt de limonage, ramassée entre les pieds de riz.

β) de 0,5 à 5 cm, rhizosphère du riz, nombreuses racines, radicelles rougeâtres.

γ) de 5 à 10 cm, terre très noire, malodorante.

δ) de 10 à 40 cm, terre grise, d'abord quelques traces rougeâtres en rapport avec les racines puis, en dessous, nette individualisation de taches rougeâtres parfois déjà assez fermes. L'eau salée remonte dans le trou jusqu'à 30 cm de la surface.

Profil *c*) : plaine de Lokoya ; culture de riz, adventices à *Paspalum vaginatum*, *Bacopa floribunda*, *Fuirena glomerata*.

Horizons : α) de 0 à 25 cm, terre tourbeuse, noire, homogène sauf que la grande masse des racines se localise surtout dans les 6 à 8 cm de surface ;

β) de 25 à 60 cm, terre grise avec nombreuses taches jaunes et traînées verticales noires, grumeleuse, adhérente, non onctueuse ; eau légèrement salée à 25 cm.

Profil *d*) : plaine sèche (fili dara) de Mamasouka-Soko ; culture de riz, adventices à *Fuirena umbellata* (plus haut que le riz), *Fuirena glomerata*, tapis bas à *Paratheria prostata.*

Horizons : α) de 0 à 20 cm, terre noire, peu structurée, se manipule facilement ;

β) de 20 à 30 cm, terre passe graduellement à une teinte plus claire, brune, plus grumeleuse, traces de radicelles rougeâtres ;

γ) de 30 à 60 cm, sur les cinq premiers centimètres, il y a brusque passage à une teinte gris clair avec traînées rouges, quelques concrétions et réseau rougeâtre des radicelles ; eau douce à 60 cm.

La plaine *b*) fait état d'un limonage qui a justifié le prélèvement d'un horizon de surface de 0,5 cm d'épaisseur. Ce dépôt rougeâtre contraste avec la terre grise et noire sous-jacente et est constitué de 75 % de limon et d'argile alors que c'est la proportion du sable grossier dans les autres horizons. Ce limon réalise un enrichissement en éléments fertilisants : P_2O_5, K_2O mais aussi en Na, Fe, Si, Al.

En dehors de cet horizon allogène, le profil *b*) est le siège d'une individualisation active des horizons. A la prise d'échantillon on pouvait déjà observer une forte odeur putride et une teinte noir foncé de l'horizon de 5 à 10 cm, indiquant un niveau réducteur avec formation vraisemblable de sulfures. Les pH critiques de 4,05 et 3,55 enregistrés au laboratoire, pour ce même horizon et celui de dessus, sont probablement dus à cette sulfuration à laquelle s'ajoute un appauvrissement sensible des bases CaO et MgO.

Ce même processus intervient sur le fer et l'alumine qui sont mobilisés et migrent dans l'horizon inférieur. Ainsi on note 4,47 et 3,35 % de fer dans les horizons réducteurs pour 10,69 % dans l'horizon de 10-40 cm. Cette illuviation ferrugineuse avec oxydation se montre sur le profil sous forme de marbrures rouges non concrétionnées.

Le profil *c*) est surtout différencié par sa matière organique. Nous avons un premier horizon fortement tourbeux avec 20 °/₀₀ de matière organique totale, alors que le sous-sol en contient moins de 4 °/₀₀, malgré une illuviation évidente sous forme de traînées verticales noires. L'enrichissement en fer de ce même horizon est assez faible, peut-être du fait d'une teneur initiale peu considérable de l'horizon éluvial et du moindre apport de fer allogène.

La plaine *d*) est parfaitement indemne de toute influence marine actuelle. A la date du prélèvement l'eau se rencontre à 60 cm et est douce. Les analyses montrent par ailleurs des teneurs en NaCl tout à fait ordinaires, et la flore adventice halophile cède la place à des hydrophiles surtout représentées par *Fuirena umbellata.* Le profil montre toujours un premier horizon fortement organique avec 40 °/₀₀ de matière humique totale, le deuxième horizon peu épais (10 cm) marque le passage vers un appauvrissement de la matière organique alors que l'horizon illuvial commence à 30 cm avec enrichissement en fer, figuré par des traînées rougeâtres.

C) **Les plaines sèches** (Fili-dara)

Si on passe sur ces plaines par un relief insensible, leur aspect est cependant bien différent. Dans la plaine *e*) les riziculteurs n'établissent plus que des diguettes très basses, uniquement dans l'intention de retenir les eaux pluviales. Les rendements y sont très faibles et les parcelles longtemps laissées en jachère. Sur la plaine *f*), pourtant voisine, la terre est abandonnée à la végétation naturelle et ne porte plus de cultures.

Notes de prélèvements.

Profil *e*) : plaine sèche (fili dara) de Bambadia ; groupement végétal à *Bryaspis lupulina* et *Xyris* dominants, puis *Bacopa, Caperonia, Desmodium,* etc...

Horizons : α) de 0 à 12 cm, terre noire, sans structure ;

β) de 12 à 22 cm, terre brun-rougeâtre, riche de concrétions terreuses noires peu visibles, encore écrasables ; radicelles rougeâtres ;

γ) de 22 à 32 cm, terre passe du brun rougeâtre au gris avec de fortes traînées rouges et d'autres en relation avec les radicelles;

δ) de 32 à 60 cm, terre gris clair avec traînées rouges allant en s'atténuant ; eau douce à 60 cm.

Profil *f*) : plaine sèche (fili dara) de Baorea-Gorê ; peuplement à *Pobeguinea erecta.*

Horizons : α) de 0 à 25 cm, terre très noire, beaucoup de racines, plutôt grumeleuse et même pisimorphe vers le bas ;

β) de 25 à 50 cm, bien contrasté avec le précédent, terre gris clair, vers le haut encore pénétration de quelques taches noires, puis taches rouges çà et là ; suintement d'eau au contact des deux horizons.

Le vigoureux peuplement de *Bryaspis lupulina* sur lequel a été fait le prélèvement *e*) pourrait faire illusion sur la fertilité de cette terre. Il est un fait que, du point de vue de la matière organique, c'est l'horizon supérieur de ce profil qui est le plus riche de tous nos prélèvements avec plus de 58 ‰ de matière organique totale. La régression de la matière organique sur le profil est d'ailleurs lente et on trouve encore 5,24 ‰ pour l'horizon situé de 22 à 60 cm. Les enrichissements ferreux des deux horizons β) et γ) semblent procéder de deux époques ou deux processus différents. Dans l'horizon β) ce sont de petites concrétions peu distinctes de la terre quelque peu rubéfiée, alors que, dans l'horizon γ), il s'agit manifestement de fer illuvial se présentant sous forme de traînées dans la terre grise parentale.

Le profil *f*) montre une accentuation des horizons. Celui de surface, riche en matière organique avec 48,06 ‰, s'oppose chromatiquement à l'horizon inférieur qui n'en contient que 5 ‰ malgré des entraînements verticaux visibles. La migration ferreuse est également très nette avec 2,07 % dans l'horizon éluvial et 15,09 dans l'horizon illuvial.

ÉTUDE COMPARÉE DES DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS ET DE LEUR ÉVOLUTION

Texture.

La composition granulaire est certainement une des propriétés les plus stables d'un sol, par laquelle on peut présumer s'il y a analogie génétique. Il est bien connu cependant qu'il peut y avoir évolution *in situ* par enfoncement des éléments fins, de l'argile surtout, et qu'il peut y avoir apports de l'extérieur dans le cas de nos terres basses. En particulier les abords des cordons littoraux sont normalement plus riches en sable, tant par origine que par colluvionnement. Compte tenu de ces réserves les terres des différentes plaines étudiées semblent d'une certaine homogénéité, si l'on évalue la texture sur l'ensemble du profil.

Les sols jeunes de la mangrove ont des profils eux-mêmes très homogènes ; sable, argile et limon se répartissent de façon égale sur 50 cm de profondeur. La plaine *b*) présente cependant une nature argileuse accusée. Nous avons vu que son horizon de surface résulte d'un limonage, qui est une source d'argile. Les horizons sous-jacents sont eux-mêmes argileux et l'enrichissement croît avec la profondeur. La plaine *d*), pour une composition moyenne du profil conforme, montre au contraire un horizon de surface très pauvre en argile. Il s'agit très vraisemblablement d'une migration en profondeur, car ce même horizon de surface est riche en limon et sable fin, alors qu'un ensablement par colluvionnement apporterait surtout du sable grossier. Le profil de la plaine *e*) semble également montrer des remaniements verticaux de l'argile sur le matériel parental.

En conclusion, malgré l'édification successive de ces plaines, leur composition granulaire laisse supposer une certaine analogie d'origine, qui rend probable une égale analogie de composition chimique. Ainsi est-il permis d'avancer l'hypothèse que les différences des propriétés chimiques observées aujourd'hui sont de nature évolutive.

Fraction organique

Elle subit des modifications quantitatives et qualitatives, qui reflètent celles des apports animaux et végétaux dont elle tire son origine. Dans notre série de terres allant de la vase marine au sol de prairie, nous pouvons donc nous attendre à une évolution profonde du complexe organique d'autant que le climat du sol (air et eau), qui conditionne les transformations de la matière organique, change lui aussi.

Toutes les plaines peuvent être considérées comme bien pourvues en matière organique, mais c'est indiscutablement à partir de la plaine *d*) que l'on peut parler de terres riches en cet élément.

Dans les plaines de défrichement récent et d'influence marine la matière organique est celle-là même des vases, qui se sont déposées, et il est normal de voir que les teneurs évoluent peu sur toute l'épaisseur du profil. Une telle matière organique, en grande partie d'origine animale malgré l'abatage

des *Avicennia*, présente un rapport C/N oscillant aux environs de 10 et indiquant de bonnes teneurs en azote. Ces réserves doivent s'épuiser assez facilement avec la culture et ne sont pas renouvelées, car il manque une flore adventice copieuse dans ces plaines plus ou moins saumâtres. Déjà, dans les plaines *b*) et *c*), les horizons profonds sont beaucoup plus pauvres, mais les horizons de surface sont encore bien pourvus avec un rapport C/N toujours favorable.

Les plaines périodiquement ou constamment exondées se distinguent immédiatement des précédentes. Une flore herbacée copieuse a pour conséquence un enrichissement considérable des horizons de surface en matière organique. Les teneurs absolues en azote sont elles-mêmes les plus élevées (plus de 2 °/₀₀ en *e*) et *f*) bien que le quotient du rapport C/N atteigne plus de 15 dans les plaines *d*) et *e*).

Des origines aussi manifestement différentes devraient entraîner des qualités d'humus distinctes. Nous constatons effectivement pour les horizons de surface * que si les acides humiques bruns ne varient guère entre les différentes plaines, les teneurs en acides humiques gris passent de 2,48 °/₀₀ dans les plaines de mangrove à 10,04 dans la plaine centrale *f*), soit dans un rapport du simple au quadruple.

En conclusion, contrairement à un schéma très général, nous observons dans nos plaines exondées un enrichissement notable relativement aux plaines plus humides. Il ne faut pas perdre de vue que la flore herbacée, qui est à l'origine de l'accumulation de matière organique dans les plaines centrales, ne peut que refléter l'état midéral du sol. Dans le présent cas les acides humiques sont manifestement désaturés et jouent un rôle actif dans la mobilisation du fer.

Acidité.

Les écarts du pH sont très importants. Le pH est supérieur à 7 seulement dans la plaine *a*) grâce aux teneurs en bases générales y compris la soude. La réaction très acide de *b*), avec un pH inférieur à 4, tient certainement à la sulfuration. En dehors de ce cas particulier, l'acidité va en s'accentuant progressivement de la plaine *c*) (pH 5,65 et 6,35) aux plaines centrales avec des pH variant aux environs de pH 4,60.

Acide phosphorique.

Les différences des teneurs en P_2O_5 observées sur les différents types de sols peuvent être imputées en grande partie à l'évolution de cet élément.

Malgré le grand intérêt, qui s'attache à l'examen des teneurs pour chaque horizon observé, il peut être plus commode, pour les besoins de la comparaison, de calculer cette teneur pour une épaisseur uniforme de terre, 20 cm, par exemple (fig. 1). Si nous considérons d'abord le P_2O_5 total nous voyons que les deux terres de mangrove et la terre de la plaine *b*) se classent très distinctement des autres avec des teneurs élevées. Il n'est pas douteux, en ce qui concerne la terre de la plaine *b*), que la richesse en P_2O_5 de l'horizon de 20 cm est largement due au limonage de surface, dont la teneur atteint 2,62 °/₀₀. La parfaite uniformité de la teneur sur tout le profil des deux terres de mangrove indique bien leur nature allogène. Quant à la faible différence entre *a*) et *a'*) on peut l'attribuer, avec bien des réserves, au fait qu'une plus grande masse de matière végétale se trouve intégrée dans *a'*) grâce au défrichement plus ancien. Toutes les autres terres tombent à des teneurs inférieures à 1 °/₀₀ ; quant à leur classement, il est préférable de l'examiner d'après les fractions « assimilables ». Ainsi la terre de la plaine *e*), la plus riche des terres exondées en P total, ap-

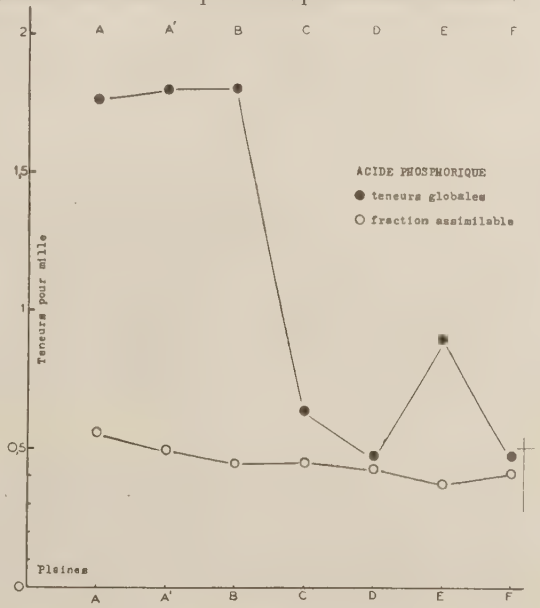


Fig. 1

* En *b*) on a pris l'horizon de 0,5 à 5 cm.

paraît comme la plus pauvre en P assimilable. On peut donc en inférer qu'il y a accumulation par fixation sur les sesquioxydes. Si nous avons vu que le haut classement de *b*) était dû à un enrichissement par limonage, il faut reconnaître que ces apports entrent peu dans la fraction assimilable. De fait nous avons déjà noté que ce limon contenait aussi de fortes proportions de fer et d'alumine et il est évident que l'acide phosphorique apporté s'y trouve en combinaison.

Les conditions sont presque inverses pour la plaine *d*). Mal située quant aux teneurs totales, elle présente une bonne fraction assimilable. Nous pensons que cette situation est due à la nature sablo-limoneuse de sa terre, peu chargée en fer et alumine, alors que les terres argileuses, riches en sesquioxydes, immobilisent l'acide phosphorique. La terre *f*) apparaît mal placée à tous points de vue : la plus pauvre en P total, elle est également mal pourvue en P assimilable ; c'est une terre épuisée en cet élément.

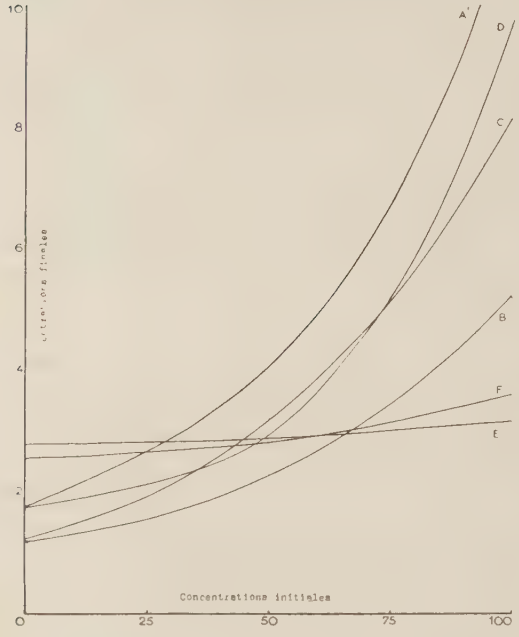


FIG. 2

POUVOIR FIXATEUR DES SOLS EN P_2O_5.

En dehors de l'estimation chimique de l'assimilabilité du P_2O_5 par extraction partielle on peut inversement rechercher le pouvoir fixateur des sols par des apports expérimentaux de P_2O_5 dont une fraction variable se retrouve dans les solutions *. Les résultats ainsi obtenus sont toujours très nuancés car de nombreux facteurs positifs et négatifs interviennent dans la fixation. L'examen des courbes faites sur chacun des horizons d'un même profil permet plus facilement de rapporter les résultats à une cause déterminée, mais il faut bien convenir qu'il s'agit d'un enseignement expérimental d'analyse difficile. D'une manière très générale la matière organique «protège» P_2O_5 de la fixation, alors que l'existence des sesquioxydes la favorise. La comparaison des courbes des différentes plaines (fig. 2) montre une tendance à l'augmentation du pouvoir fixateur sur les plaines de l'intérieur. Cependant la plaine *d*) est peu fixatrice sur tout son profil tandis que *b*) l'est assez fortement. Les plaines *e*) et *f*) se situent nettement à part avec un pouvoir fixateur très élevé.

LES BASES CaO, MgO.

Ces bases étant particulièrement mobiles, leurs teneurs doivent être à l'image du degré d'évolution des sols ou indiquer des différences du matériel parental. Nous trouvons effectivement une régression presque régulière des teneurs, en allant des plaines de mangrove à celles de l'intérieur. Seule la plaine *c*) fait exception avec un taux élevé de Ca : 5,11 ‰ dans l'horizon supérieur et 2,80 ‰ dans le sous-sol. Il ne s'agit vraisemblablement pas d'un accident localisé car, d'après son profil, la terre de cette plaine offre plusieurs autres particularités.

La magnésie montre à peu près les mêmes fluctuations : régression généralisée des teneurs en allant de la mangrove vers l'intérieur, légère remontée dans la plaine *c*).

LE POTASSIUM.

Pour permettre plus facilement les comparaisons des teneurs de cette importante base fertilisante nous les avons calculées, comme pour P_2O_5, pour une épaisseur uniforme de 20 cm (fig. 3). En ce qui concerne la potasse assimilable la régression des teneurs est absolument conforme avec la dis-

* JACQUES-FELIX (H.), CHÉZEAU (R.). — Le pouvoir fixateur des sols tropicaux en P_2O_5 comme indice agrologique. *J. Agric. trop. Bot. appl.*, 6, 1959, p. 457-468.

position des plaines mais avec diminution rapide du gradient. La régression des teneurs absolues n'est pas, elle, tout à fait conforme. C'est ainsi que la plaine *d*) se trouve être la plus pauvre. Ceci s'explique très bien du fait que cette terre est la plus sablonneuse en surface et qu'elle retient peu cet élément. On peut remarquer à l'examen du profil entier que l'horizon plus argileux situé en dessous de 30 cm est déjà beaucoup plus riche. Les deux terres de mangrove sont donc de beaucoup les mieux pourvues avec des fractions assimilables élevées. Cette situation favorable tient certainement à ce que le potassium des vases marines est d'origine organique et se minéralise sous forme de sels, sulfate et surtout chlorure, très labiles. Il est facilement absorbé par les plantes mais très facilement entraîné aussi par les eaux de percolation tant qu'il n'est pas stabilisé par les colloïdes. La situation des terres de l'intérieur indique que cet élément ne persiste guère que par sa fraction non assimilable, énergiquement retenue par l'argile.

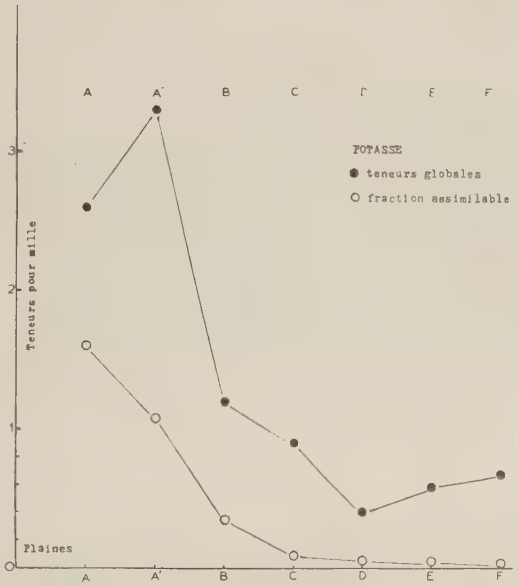


FIG. 3

LE SODIUM.

Les teneurs en sodium indiquées par l'analyse pour ces terres encore plus ou moins sous l'influence marine n'ont qu'une signification limitée. Elles sont susceptibles de varier à la suite d'une haute marée d'équinoxe, par exemple, et nous avons vu que des fluctuations saisonnières se produisaient selon que la salure de la nappe phréatique remonte par capillarité ou qu'inversement les eaux de pluies dispersent et diluent la salinité. Le sodium exprimé en milléquivalents présente des valeurs relativement élevées dans les plaines *a*), *b*), *c*) et, d'une façon plus inattendue, en surface de la plaine *e*). Ce qui importe surtout dans cette question est le rapport de ces teneurs avec les bases fertilisantes : Ca, K, Mg. Ainsi le rapport Ca/Na, très favorable dans les plaines *a*) et *c*) l'est beaucoup moins dans la plaine *b*). Il est de nouveau favorable dans la plaine *d*) par diminution des valeurs de Na. Enfin dans les plaines *e*) et *f*) le rapport est peu favorable par diminution des valeurs de Ca ; dans ce cas c'est moins une toxicité directe de Na qui est à craindre qu'une carence de Ca favorisée par les phénomènes de substitution. Les rapports K/Na sont également défavorables en dehors des terres de mangrove qui bénéficient de leur richesse en potassium.

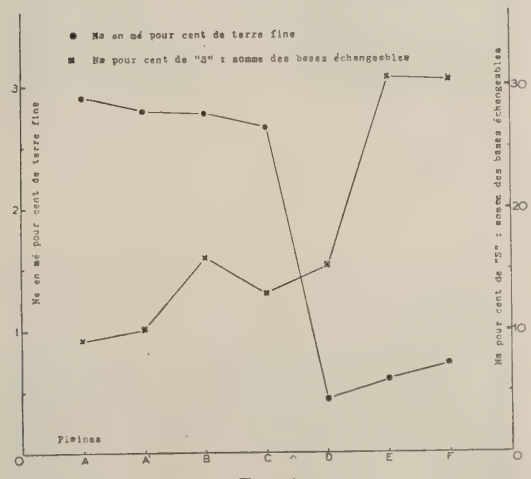


FIG. 4

En conclusion la carence relative des bases fertilisantes est presque générale, ainsi qu'il apparaît, soit au quotient de Wilcox

$$\frac{Na}{Na + K + Mg + Ca},$$

soit à la valeur de Na en % de la somme «S» des cations absorbés (nº 45 du tableau). On voit que ce quotient, ou ce pourcentage, de caractère défavorable, s'accroit avec l'ancienneté des plaines avec cependant un léger crochet en *c*) et *d*) (fig. 4). On peut expliquer cette évolution relative des bases par épuisement des sels fertilisants sous l'effet de la culture et du lessivage, alors que la soude n'est pas absorbée par la végétation et que les pluies doivent en apporter des quantités non négligeables.

FIG. 5. — SUCCESSION DES PLAINES DU KABAK

Plaine *a*) : défrichement sur *Avicennia*

Plaine *b*) : quelques adventices halophytes peu gênantes

Plaine *a'*) : riz sur défrichement récent ; présence de débris ligneux, pas d'adventices

Plaine *b*) : à proximité du cordon littoral ; le plan d'eau reste trop élevé pour les travaux de moisson

Plaine *b*) : rares adventices ; au fond le cordon littoral de Tonguiron

Plaine *e*) : médiocrité de la culture sur terre épuisée en potasse

Complexe absorbant.

Dans les données qui concernent la saturation effective du pouvoir absorbant il y a lieu de considérer la nature des cations absorbés comme nous venons de le voir à propos du sodium. Ainsi, dans les terres saumâtres de la mangrove, le sodium, malgré ses teneurs absolues, n'atteint que des valeurs relatives peu importantes en raison de l'abondance de Ca, Mg et K dans la somme des cations absorbés. La saturation effective, qui atteint plus de 90 dans les terres *a*) et *a'*), et encore 70 et 80 dans les terres *b*) et *c*) est donc imputable aux bases fertilisantes et est particulièrement favorable. On observe par contre une chute considérable dans les horizons de surface des terres *d*) *e*) et *f*), où la valeur « V » tombe à 24 et 17. Nous avons là des terres manifestement désaturées avec toutes les conséquences agrologiques que cela comporte.

Chlorures.

Bien que le chlore que l'on puisse trouver dans ces terres littorales, soit principalement engagé sous forme de chlorure de sodium, il peut aussi figurer dans d'autres combinaisons, et il n'est pas inutile d'en rechercher la valeur globale. De fait les variations de la végétation s'accordent mieux avec les variations des teneurs en cet élément qu'avec celles du sodium moléculaire. Comme pour le sodium il est bien entendu que les résultats analytiques obtenus sur terre sèche n'ont qu'une signification momentanée pour les sols, qui peuvent subir accidentellement, ou saisonnièrement, la submersion marine. Alors que l'ion Na risque surtout d'être fâcheux par son antagonisme vis-à-vis de Ca et de K, l'ion Cl peut avoir un effet directement toxique à partir d'une certaine concentration. En dessous de ce seuil, il peut encore gêner l'absorption du SO_4.

A partir de la plaine *d*) vers l'intérieur, les teneurs semblent à peu près stabilisées aux environs de 0,70 et ne sont plus nocives.

Sulfates.

Nous avons recherché SO_3 dans les plaines submergées afin de vérifier si des teneurs élevées pouvaient être à l'origine de phénomènes de toxicité par formation de sulfures et, éventuellement, d'acide sulfurique. Les doses ne sont aucunement exagérées si l'on considère les besoins de la plante, mais il n'est toujours pas impossible que des fermentations anaérobies réduisent les sulfates présents en sulfures avec abaissement du pH comme nous l'avons noté dans les horizons de la plaine *b*).

Sesquioxydes et latéritisation.

On se rend bien compte, à l'examen des produits latéritisants fer-alumine, que les vases marines ne sont pas comparables à une roche mère cristalline, par exemple, mais que leur fraction minérale contient déjà un taux élevé de sesquioxydes. Ainsi nous trouvons de 25 à 30 % pour les deux horizons des terres de mangrove. Qu'un tel matériau se trouve exposé au processus de la désilicatation et il y aura rapidement migration du fer vers des horizons d'enrichissement, ou déplacement latéral avec les eaux de drainage. Ces plaines nous montrent les deux processus. La plaine *a*), de défrichement récent, présente un rapport moléculaire SiO_2/R_2O_3 encore supérieur à 2 ainsi que les deux horizons de la plaine *c*) et l'horizon supérieur de *d*). Par contre la plaine de mangrove défrichée depuis deux ans (prélèvement *a'*) serait à classer comme terre faiblement latéritisée en raison de son rapport inférieur à 2 (1,99 et 1,74). L'horizon superficiel de la plaine *b*), dont nous avons dit qu'il résultait du limonage, est un exemple de latéritisation alluviale. Ce limon contient en effet 32,75 % de sesquioxydes et le rapport moléculaire S/R tombe à 1,39. Pour les différents autres sols le processus pédologique normal conduit à l'illuviation ferreuse, comme nous l'avons vu aux examens des différents profils. La latéritisation s'accuse donc avec l'âge des plaines et nous trouvons un indice de 1,45 dans le sous-sol de la plaine *f*) ; enfin, la plaine *b*), dont nous venons de voir qu'elle recevait des sesquioxydes en surface, présente aussi un horizon profond avec un indice de 1,44.

Alors que l'enrichissement ferreux sur un horizon illuvial, selon le processus habituel des terres exondées, a surtout des conséquences défavorables d'ordre mécanique, l'alluvionnement ferrallitique de surface de la plaine *b*) a des conséquences immédiates sur la riziculture. Sans agir par voie de toxicité dans l'organisme même de la plante il y a probablement dépôt asphyxiant sur les racines. C'est l'accident physiologique du « kori-kori » redouté des riziculteurs.

Enfin il y a lieu de noter l'existence d'alumine libre dans les horizons de surface des plaines *e*) et *f*). On ne peut assurer qu'il s'agit là d'un facteur de toxicité, mais il est un fait que ces deux terres allitisées ne donnent que des rendements dérisoires, ou sont même laissées à l'abandon.

LA VÉGÉTATION

La succession de la végétation depuis la mangrove jusqu'à la plaine centrale ne représente pas ce que serait celle de groupements végétaux naturels puisque, pour les plaines cultivées, on ne peut que se référer à quelques adventices. Celles-ci sont, le plus souvent, des espèces annuelles alors que les vivaces, qui seraient peut-être plus caractéristiques, sont généralement exclues par les travaux aratoires.

Cette réserve faite, la flore permet assez facilement de caractériser les différents types de sols selon quelques facteurs déterminants : salure, texture, plan d'eau, fertilité. C'est bien entendu la salure qui intervient avec le plus de netteté au Kabak. Nous renvoyons au tableau pour les relevés plus précis faits pour chacune des plaines étudiées tandis que nous donnons ici un aperçu plus général de la distribution floristique.

Nous avons eu déjà l'occasion de montrer que la distribution des espèces de *Rhizophora* était déterminée par la salure *. *R. racemosa* se tient sur les berges mêmes, où la teneur en NaCl est approximativement celle de l'eau de mer mais jamais plus concentrée. Au contraire, en arrière des bourrelets qui bordent les chenaux, des dépressions peuvent recevoir l'eau des marées et celle-ci s'évaporant enrichit le sol en chlorure. Cette bordure intérieure de la galerie à *Rhizophora* est alors surtout constituée par la petite espèce *R. mangle* à évolution rapide. Les terres à *Rhizophora* ne sont généralement pas retenues pour la riziculture.

Les peuplements à *Avicennia* recevant la marée sont normalement purs, compacts, sans strate herbacée. Après défrichage et endiguement c'est *Philoxerus vermiculatus* qui apparaît le premier ; le sol contient alors encore plus de 1 % de Cl. Sur des parcelles de deux ans de défrichement la culture de riz peut être tentée mais reste aléatoire ; les adventices sont *Philoxerus vermiculatus*, *Sesuvium portulacoides* et *Paspalum vaginatum* ; la teneur en Cl est alors aux environs de 1 %. Les eaux des canaux sont propres, sans végétation ; les diguettes (bougounis) portent *Philoxerus*, *Paspalum*, *Echinochloa colona*, *Killingia peruviana*, *Scirpus littoralis* et *Mariscus ligularis*. La présence de *Nymphea* dans les canaux annonce un adoucissement certain de l'eau. La teneur en Cl est inférieure mais proche de 1 % et, les rizières sont alors au mieux de leur condition : les adventices sont toujours rares avec *Paspalum*, *Bacopa erecta* et apparition de *Fuirena glomerata* et *Eleocharis caribaea*. Ces deux dernières sont des espèces de liaison que l'on rencontre aussi bien dans des plaines franchement douces. *Eleocharis* est très intéressant à cet égard, car il reste nain en présence de sels alors qu'il atteint sa taille normale dans les autres cas. La florule des diguettes s'enrichit de *Brachiaria mutica* et *Ischaemum rugosum*.

Quand les chlorures cessent d'être déterminants il y a apparition d'hydrophytes comme *Fuirena umbellata*, et la croissance de l'*Eleocharis caribaea* devient plus vigoureuse. On observe aussi fréquemment un tapis dense de *Paratheria prostata*, dont le développement ne s'achève que plus tard dans la saison. Pour des rizières comme celle de la plaine *d*), l'abaissement du plan d'eau et la nature sablonneuse du sol favorisent des Cypéracées, comme les *Fuirena*, au détriment du riz.

Le raccordement d'une plaine marécageuse à un cordon littoral marque non seulement le changement vis-à-vis du plan d'eau mais aussi celui de la texture. L'augmentation de la fraction sableuse entraîne toujours la présence d'espèces comme *Pycreus odoratus*, *P. lanceolatus*, *Xyris anceps*, *Rhytachne minor*, *Ischaemum rugosum*, *Schizachyrium brevifolium*.

Enfin, lorsque l'on atteint les plaines centrales la flore se diversifie abondamment. Il n'y a plus d'halophytes et les hygrophytes mêmes ne sont pas exclusives. Les nombreuses espèces citées pour la plaine *e*) (tableau) sont typiques de sols humides non submergés et il s'agit surtout d'annuelles du fait des cultures périodiques. D'autres rizières de la même zone sont également très médiocres et envahies par *Bryaspis*, *Ischaemum* et *Schizachyrium brevifolium* ou par les deux *Fuirena* dès que l'humidité augmente. La plaine centrale est caractérisée par un peuplement à *Pobeguinea arrecta*. Cette Graminée pérenne est typique des sols pauvres. Elle est fréquente sur les terres noires, acides, qui reposent sur les grès humides dans d'autres régions de Guinée. Çà et là, lorsque la terre s'améliore, c'est une autre Graminée, *Chasmopodium caudatum*, qui apparaît.

* H. Jacques-Felix. — Les *Rhizophora* de la mangrove atlantique d'Afrique. *J. Agric. trop. Bot. appl.*, IV, 1957, p. 343-7.

Zonation de la végétation

Plaines	Chlore (Cl) % de la terre fine et par horizon				Végétation
	α	β	γ	δ	
—	3,37				*Rizophora racemosa*
—	3,87				*Rizophora mangle*
a)	1,16	1,98			*Avicennia nitida* (endiguement d'un an)
a')	1,16	2,61			*Philoxerus vermiculatus* (endiguement de deux ans)
b)	1,04*	0,77	0,82	0,99	*Paspalum vaginatum, Philoxerus vermiculatus, Fuirena glomerata*
c)	0,76	0,93			*Paspalum vaginatum, Bacopa erecta, Fuirena glomerata, Eleocharis caribaea*
d)	0,72	0,73	0,73		*Fuirena umbellata, Fuirena glomerata, Paratheria prostata.*
e)	0,72	0,72	0,70		*Bryaspis lupulina, Paratheria prostata, Xyris anceps, Bacopa erecta, Eleocharis caribaea, Panicum Lindleyanum, Scleria glandiformis, Caperonia senegalensis, Fuirena umbellata, Desmodium triflorum, Cyclocarpa stellaris*
f)	0,70	0,70			*Pobeguinea arrecta, Panicum Lindleyanum, Bryaspis lupulina.*

* Limonage superficiel de 0,5 cm seulement d'épaisseur.

CONCLUSIONS AGRONOMIQUES

Les résultats analytiques, particulièrement bien illustrés par le graphique de la potasse assimilable, confirment le postulat d'une évolution des terres en allant du littoral vers l'intérieur de l'île. Ils précisent la valeur respective des différentes plaines du Kabak, que nous avions classées, dès le début de cette étude, en trois catégories distinctes selon leur état d'engorgement.

Les terres de la plaine *a*), récemment défrichées et non encore cultivées sont bien pourvues en tous éléments utiles et ne requièrent aucune fertilisation. Les seuls problèmes qui les concernent sont ceux du plan d'eau et de la salure. Le premier échappe aux préoccupations de la présente étude et le second est également résolu par des moyens mécaniques de défense. Le correctif sulfaté, qui peut être préconisé sur des terres normalement drainées, ne peut être envisagé sur ces terres submergées, où les conditions anaérobies peuvent conduire à des phénomènes de réduction et de sulfuration.

La plaine *b*) peut être prise comme référence car elle comprend des terres encore jeunes, où les rendements du riz sont considérés comme très satisfaisants. Elle montre toutefois l'amorce du processus qui conduit à l'épuisement des plaines plus anciennes. La réserve en acide phosphorique ne marque aucune diminution relativement à la plaine *a*). La fraction assimilable, bien que fléchissante, reste supérieure à 0,4 °/₀₀ et on peut estimer qu'il n'existe, pour l'instant, aucun problème de l'acide phosphorique pour cette riche plaine.

Les teneurs en potasse montrent par contre des différences très sensibles. La fraction assimilable passe à moins de 0,4 °/₀₀ et place cette terre dans la catégorie de celles ayant des besoins modérés. De plus, cette même terre contient du sel en quantités suffisantes pour que la soude entre en compétition avec la potasse dans les solutions absorbées par la plante, et on peut avancer qu'un apport de potasse aurait des effets positifs sur le rendement en rétablissant l'équilibre de la nutrition.

Les plaines *c*) et *d*) sont encore des plaines qui bénéficient des travaux d'endiguement, encore que la dernière soit typiquement douce. Il importe donc que leur niveau de fertilité soit conservé et amélioré pour justifier les aménagements hydrauliques. Ces deux plaines sont assez différentes. La plaine *c*) est argileuse, encore correctement saturée en bases donc en calcium, alors que *d*) est plutôt sablonneuse et nettement désaturée. Ces deux plaines, tout en ayant des teneurs en acide phosphorique assimilable encore satisfaisantes, ont des réserves globales infiniment moindres que les plaines précédentes. En culture intensive des apports phosphatés de restitution seraient justifiés. Le pouvoir de fixation du sol en P_2O_5 n'est pas exagéré et les apports phosphatés seraient immédiatement sensibles sur les rendements. C'est surtout le cas de *d*) dont les teneurs globales ne sont guère supérieures à la fraction assimilable.

Les besoins en potasse sont évidents avec des teneurs assimilables inférieures à 0,20 °/₀₀. C'est encore dans la plaine *d*) que l'on voit le moindre écart entre la teneur globale et la fraction assimilable. Nous avons donc là une terre à faible pouvoir absorbant, peu saturée, n'immobilisant ni la potasse, ni

	a)		a')		b)	
1 : Numéro de l'échantillon	1	4	7	8	9	10
2 : Profondeur en cm	0-20	20-50	0-5	5-50	0-0,5	0,5-5
3 : Numéro de la série générale	5701	5704	5707	5708	5709	5710
4 : Terre fine %	100	100	100	100	100	100
5 : Humidité %	53,87	52,42	48,21	47,06	47,75	35,04
6 : Perte au feu % de la Ms	15,33	24,42	14,78	9,59	14,27	11,88
Analyse granulaire (% de t. f. séchée à 105°) :						
7 : Sable grossier	3,09	1,05	1,92	2,25	13,01	58,80
8 : Sable fin	77,56	81,09	76,95	75,84	12,36	14,90
9 : Sable total	80,65	82,14	78,87	78,09	25,37	73,70
10 : Limon	8,53	7,94	12,89	13,63	38,50	6,41
11 : Argile	10,82	9,92	8,24	8,28	36,13	19,89
Complexe organique (‰ de t. f. séchée à l'air) :						
12 : Carbone	14,07	12,71	14,62	10,66	22,40	11,40
13 : Azote	1,40	1,13	1,41	1,21	1,74	0,91
14 : Raport C/N	10,05	11,24	10,36	8,80	12,87	12,52
15 : Matière organique totale	24,25	21,91	25,20	18,37	38,61	19,65
16 : Acides fulviques	6,62	—	6,62	—	—	6,85
17 : Acides humiques bruns	3,33	—	3,53	—	—	3,53
18 : Acides humiques gris	2,48	—	4,21	—	—	2,82
Eléments totaux solubles dans l'acide nitrique concentré (‰ de t. f. séchée à 105°) :						
19 : P_2O_5 (*a*)	1,76	1,76	1,80	1,80	2,62	1,05
20 : CaO	3,64	6,51	4,97	6,16	1,12	1,05
21 : MgO	11,79	16,73	20,76	19,75	4,23	3,12
22 : K_2O (*b*)	2,59	2,49	3,39	3,29	1,60	0,52
23 : Rapport : CaO/MgO	0,30	0,38	0,23	0,31	0,26	0,33
24 : Rapport : N/P_2O_5	0,79	0,64	0,78	0,67	0,66	0,86
Sels solubles % de t. f. séchée à l'air :						
25 : Chlore	1,16	1,98	1,16	2,61	1,04	0,77
26 : Sulfate	0,028	0,349	0,193	0,213	—	0,082
Eléments assimilables solubles dans l'acide citrique :						
27 : P_2O_5 (*c*)	0,564	0,512	0,484	0,508	0,484	0,476
28 : K_2O (*d*)	1,606	1,356	1,187	1,046	0,171	0,190
Solubilité relative de l'acide phosphorique et de la potasse :						
29 : P_2O_5 (100 *c*/*a*)	32,0	29,0	26,8	28,2	18,4	45,3
30 : K_2O (100 *d*/*b*)	62,0	54,4	35,0	31,7	10,6	36,5
Acidités :						
31 : pH à l'électrode de verre	6,60	7,20	7,25	7,45	3,75	3,55
32 : Acidité d'échange	1,05	1,50	1,65	1,80	19,60	33,60
33 : Acidité d'hydrolyse	12,00	4,50	2,40	2,10	—	54,30
Caractéristiques du complexe absorbant (en mé pour 100 g de terre) :						
34 : « T » Capacité totale d'absorption	30,97	35,00	31,78	27,07	14,90	15,04
35 : « S » Somme des cations absorbés	28,77	34,40	31,63	27,01	10,13	10,90
36 : « V » Saturation effective 100 S/T	92,8	98,2	99,5	99,8	67,9	72,4
37 : « H » Hydrogène échangeable	2,20	0,60	0,15	0,06	4,77	4,14
Cations échangeables (en mé pour 100 g de t. séchée à l'air) :						
38 : Ca^{++}	10,30	14,12	10,74	9,56	1,56	1,60
39 : Mg^{++}	12,92	15,32	16,12	12,96	5,04	6,20
40 : K^+	2,49	2,13	1,91	1,70	0,26	0,33
41 : Na^+	3,05	2,83	2,86	2,79	3,27	2,77
Cations échangeables exprimés pour 100 de la valeur « S » :						
42 : Ca	35,80	41,04	33,95	35,40	15,40	14,68
43 : Mg	44,90	44,53	50,96	47,98	49,75	56,88
44 : K	8,66	6,20	6,04	6,29	2,57	3,03
45 : Na	10,64	8,23	9,05	10,33	32,28	25,41
46 : Rapport Ca/Mg	0,79	0,92	0,66	0,73	0,30	0,25
47 : Rapport Ca/Na	3,36	4,98	3,75	3,42	0,47	0,57
48 : $\frac{\text{Cations}^{++}}{\text{Cations}^{+}}$	4,18	5,93	5,63	5,01	1,86	2,57
Détermination des rapports SiO_2/Al_2O_3 et SiO_2/R_2O_3 au réactif de Bayens sur la t. séchée à 105° :						
49 : Silice (SiO_2) %	28,00	30,20	31,50	28,70	20,30	9,10
50 : Alumine (Al_2O_3) %	19,40	21,17	22,49	23,65	10,72	5,40
51 : Fer (Fe_2O_3) %	6,22	6,70	6,94	6,78	22,03	4,47
52 : Sesquioxydes (R_2O_3) %	25,62	27,87	29,43	30,43	32,75	9,87
53 : SiO_2 en mé pour 100 g = m	233,80	252,17	263,02	239,64	169,50	75,98
54 : Al_2O_3 en mé pour 100 g = n	190,12	207,46	220,40	231,77	105,05	52,92
55 : Silice libre (m — n)	43,68	44,71	42,62	7,87	64,45	23,06
56 : Alumine libre (n — m)	—	—	—	—	—	—
57 : SiO_2 moléculaire	567,60	504,34	526,05	479,29	339,01	151,97
58 : Al_2O_3 moléculaire	190,12	207,46	220,40	231,77	105,05	52,92
59 : Fe_2O_3 moléculaire	38,87	41,87	43,37	42,37	137,68	27,93
60 : R_2O_3 moléculaire	228,99	249,33	263,77	274,14	242,73	80,85
61 : SiO_2/Al_2O_3	2,45	2,43	2,38	2,06	3,22	2,87
62 : SiO_2/R_2O_3	2,04	2,02	1,99	1,74	1,39	1,87

	b)		c)		d)			e)				f)	
1	11	12	13	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	5-10	10-40	0-25	25-60	0-20	20-30	30-60	0-12	12-22	22-32	32-60	0-25	25-50
3	5711	5712	5713	5714	5715	5716	5717	5718	5719	5720	5721	5722	5723
4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	17,85	27,80	30,62	24,18	22,27	16,13	13,87	34,95	22,20	17,20	20,49	36,92	18,09
6	4,80	6,49	12,81	8,55	5,40	4,96	3,82	11,36	6,70	6,44	5,80	12,62	7,23
7	56,35	35,66	5,83	12,30	1,45	1,76	2,28	1,85	1,70	3.14	1,68	0,99	0,97
8	13,84	13,55	59,68	69,67	77,15	80,05	62,47	55,28	65,32	50,27	79,38	45,19	41,73
9	70,19	49,21	65,21	81,97	78,60	81,81	64,75	57,13	67,02	53,41	81,06	46,18	42,70
10	6,56	19,19	11,74	6,59	20,40	16,82	9,20	21,33	31,59	15,03	17,88	32,06	31,41
11	23,25	31,60	22,75	11,44	1,00	13,70	26,05	21,54	1,39	31,56	1,06	21,76	25,89
12	14,75	2,37	11,66	2,26	23,74	18,32	1,58	34,13	9,93	8,05	3,04	27,88	3,19
13	0,69	0,23	1,10	0,37	1,44	0,80	0,33	2,21	0,87	0,57	0,36	2,30	0,40
14	21,37	10,30	10,60	6,10	16,48	22,90	4,78	15,44	11,41	14,12	8,44	12,12	7,97
15	25,42	4,08	20,10	3,89	40,92	31,58	2,72	58,84	17.11	13,87	5,24	48,06	5,49
16	—	—	6,85	—	7,82	—	—	10,77	—	—	—	17,87	—
17	—	—	3,72	—	5,48	—	—	5,48	—	—	—	5,48	—
18	—	—	6,97	—	5,48	—	—	8,05	—	—	—	10,04	—
19	1,05	2,51	0,64	0,49	0,48	0,48	0,51	0,71	1,20	0,74	0,34	0,48	0,40
20	1,26	1,19	5,11	2,80	0,98	0,98	0,91	0,91	0,91	0,84	0,91	0,77	0,91
21	3,02	6,04	5,74	5,04	1,00	1,61	1,51	1,21	0,70	1,31	1,31	1,61	2,52
22	1,05	1,54	0,91	1,08	0,29	0,26	0,52	0,97	0,29	0,67	0,54	0,58	0,47
23	0,41	0,19	0,89	0,55	0,98	0,60	0,60	0,75	1,30	0,64	0,69	0,47	0,36
24	0,65	0,09	1,71	0,75	3,51	2,50	1,57	3,11	0,72	0,77	1,50	5,34	1,00
25	0,82	0,99	0,76	0,93	0,72	0,73	0,73	0,72	0,72	0,70	0,70	0,70	0,70
26	0,102	0,172	0,045	0,147	0,020								
27	0,432	0,442	0,468	0,468	0,478	0,436	0,436	0,400	0,356	0,344	0,332	0,428	0,320
28	0,266	0,470	0,069	0,092	0,052	0,040	0,053	0,052	0,044	0,042	0,041	0,045	0,067
29	41,1	17,6	73,1	95,5	99,0	90,8	85,4	56,3	29,6	46.4	97,6	89,1	80,0
30	25,3	30,5	7,5	8,5	17,9	15,3	10,1	5,3	15,1	6,2	7,5	7,7	14,2
31	4,05	4,75	5,65	6,35	5,25	4,85	5,10	4,65	4,70	4,70	4,70	4,70	4,80
32	17,10	1,75	1,20	0,60	34,20	59,20	39,55	44,10	36,30	53,90	75,90	36.00	60,20
33	45,00	19,60	23,10	3,75	77,25	85,95	54,77	77,70	69,00	77,00	57,00	81,00	57,75
34	18,13	24,40	25,47	20,78	10,40	7,31	7,05	8,95	7,81	6,46	1,90	10,96	4.40
35	12,55	20,82	21,10	20,14	1,79	1,96	4,01	2,23	1,27	1,84	1,84	1,96	4,19
36	69,2	85,3	82,8	96,9	17,2	26,8	56,8	24,9	16,2	28,4	96,8	17.8	95,2
37	5,58	3,58	4,37	0,64	8,61	5,35	3,04	6,72	6,54	4,62	0,06	9,00	0,21
38	1,96	2,30	9,52	8,38	0,92	1,06	1,96	0,78	0,68	0,84	1,02	0,48	1,38
39	7,36	14,88	8,76	8,92	0,48	0,52	1,36	0,24	0,28	0,36	0,24	0,44	2,20
40	0,50	0,86	0,12	0,17	0,10	0,08	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,13
41	2,73	2,78	2,70	2,67	0,29	0,30	0,59	1,12	0,23	0,56	0,50	0,96	0,48
42	15,62	11,05	45,12	41,61	51,40	54,08	48,88	34,98	53,54	45,65	55,44	24,49	32,94
43	58,64	71,47	41,51	44,29	26,81	26,53	33,92	10,76	22,05	19,57	13,04	22,45	52,51
44	3,99	4,13	0,57	0,84	5,59	4,08	2,49	4,04	6,30	4,35	4,35	4,08	3,10
45	21,75	13,35	12,80	13,26	16,20	15,31	14,71	50,22	18,11	30,44	27,17	48,98	11,45
46	0,26	0,15	1,08	0,93	1,91	2,03	1,44	3,25	2,42	2,33	4,25	1,09	0,62
47	0,71	0,82	3,52	3,13	3,17	3,53	3,32	0,69	2,95	1,50	2,04	0,50	2,87
48	2,88	4,71	6,48	6,09	3,58	4,15	4,81	0,84	3,09	1,87	2,17	0,88	5,86
49	10,05	15,20	20,15	26,85	6,65	9,50	12,75	10,05	12,70	15,40	17,45	14,60	21,75
50	5,58	11,12	13,74	19,27	4,25	6,88	9,97	9,15	7,38	10,80	15,81	14,24	15,91
51	3,35	10,69	4,07	5,10	1,75	1,99	4,15	2,47	8,18	9,38	4,31	2,07	15,09
52	8,93	21,81	17,81	24,37	6,00	8,87	14,12	11,62	15,56	20,18	20,12	16,31	31,00
53	88,91	126,92	168,25	224,19	55,52	79,32	106,46	83,91	106,04	128,59	145,70	121,91	181,61
54	54,68	108,97	134,65	188,84	41,65	67,42	97,70	89,67	72,32	105,84	154,93	139,55	155,91
55	34,23	17,95	33,60	35,35	13,87	11,90	8,76	—	33,72	22,75	—	—	25,70
56	—	—	—	—	—	—	—	5,76	—	—	9,23	17,64	—
57	167,83	253,84	336,50	448,39	111,05	158,65	212,92	167,83	212,09	257.18	291 11	243.82	363.22
58	54,68	108,97	134,65	188,84	41,65	67,42	97,70	89,67	72,32	105,84	154,93	139,55	155,91
59	20,93	66,81	25,43	31,87	10,93	12,43	25,93	15,43	51,12	58,62	26,93	12,93	94,31
60	85,61	175,78	160,08	220,71	52,58	79,85	123,63	105,10	123,44	164,16	181,86	152.48	250,22
61	3,06	2,32	2,49	2,37	2,66	2,35	2,17	1,87	2,93	2,42	1,88	1,74	2,32
62	1,96	1,44	2,10	2,03	2,11	1,98	1,72	1,59	1,71	1,56	1,60	1,59	1,45

l'acide phosphorique, et de laquelle on pourrait obtenir des rendements intéressants au prix de fertilisations régulières de restitution. Enfin un amendement calcaire, réalisable d'ailleurs par les apports phosphatés, serait également bénéfique. Ajoutons que la plaine *d*) est relativement facile à drainer et qu'un aménagement adéquat permettrait la maîtrise du plan d'eau avec possibilité de mécanisation.

Le problème des plaines *e*) et *f*) est précisément celui que la présente étude se propose de résoudre. Il s'agit de plaines ni submergées, ni irrigables, offrant ainsi des conditions particulières à la riziculture, mais dont le bas niveau de fertilité est la véritable cause de leur abandon.

D'après les teneurs en acide phosphorique assimilable, on pourrait admettre que les besoins sont nuls pour *f*) et peu importants pour *e*), mais il s'agit de terres ayant un pouvoir élevé de fixation des phosphates et il est bien possible que la plante ne puisse satisfaire ses besoins en cet élément au cours de son développement. Des apports phosphatés seraient certes nécessaires mais devraient être accompagnés d'un amendement calcaire relevant le pH, diminuant l'activité des acides humiques, activant la nitrification, etc..., permettant en un mot une meilleure utilisation des phosphates.

La situation de la potasse est encore plus grave avec une fraction assimilable inférieure à 0,1 ‰ dans les différents horizons. Une telle déficience suffit évidemment à expliquer que ces terres ne puissent fournir de récoltes normales. Des apports de fond en potasse seraient absolument nécessaires pour une mise en culture et devraient être suivis ensuite d'apports de restitution de formule équilibrée : P, K, Ca.

En ce qui concerne les toxicités, autres que celle de la salure, on ne peut assurer, sans autre information, que l'alumine libre des plaines *e*), *f*) soit déterminante. De même s'il y a manifestement sulfuration à un certain niveau du profil des plaines *a*) et *b*) il ne semble pas que cela ait une grave influence sur le riz, si ce n'est par l'aggravation de l'acidité. En fait ce serait le limonage ferrugineux de surface, comme il se produit sur la plaine *b*), qui serait le plus préjudiciable. Bien que la source en soit limitée au lessivage des cordons sablonneux, les eaux qui en proviennent sont manifestement chargées en sesquioxydes ainsi que l'analyse le confirme. On ne peut envisager de procédés pédochimiques qui freineraient la percolation ferreuse des cordons ; les fossés de protection que pratiquent normalement les riziculteurs sont le seul moyen recommandable.

En résumé l'ensemble des plaines du Kabak est suffisamment pourvu en matière organique et en azote. La fertilité de la plaine *b*) est légèrement déséquilibrée et demanderait un complément potassique. Les plaines *e*) et *d*) présenteraient des augmentations de rendement avec des apports d'entretien phosphorique et potassique avec prédominance de potasse. La plaine *d*) surtout réagirait très facilement à tous apports fertilisants. Les plaines *e*) et *f*) exigeraient des apports potassiques de fond complétés d'apports phosphatés et calciques. Pour tous les apports potassiques, il conviendrait évidemment de préférer les sulfates aux chlorures.

Nos conclusions indiquent que des apports fertilisants, potassiques surtout, permettraient de rendre d'importantes surfaces à la culture avec possibilités de mécanisation.

Sans nous préoccuper ici des résultats économiques, nous pensons qu'au lieu de ne consentir de grands frais qu'à l'aménagement de terres vierges conquises sur la mangrove, il serait aussi opportun d'en attribuer une partie à des apports fertilisants pour la revalorisation et l'entretien de terres plus accessibles.

RÉSUMÉ. — *Les plaines de l'île du Kabak, en séries alternées avec des cordons littoraux sablonneux, ont été étudiées des points de vue de la végétation, de la pédologie et de la riziculture. Les terres vaseuses à* Avicennia, *défrichées et endiguées, peuvent être mises en rizières après que les pluies aient ramené le taux de chlorures aux environs de* 1 %. *La végétation indicatrice est alors représentée par* Philoxerus vermiculatus *et* Sesuvium portulacoides. *De ces terres vierges aux plaines anciennes l'évolution porte sur la salure, la richesse chimique et la matière organique.*

Entre 1 *et* 0,75 % *de Cl les adventices sont encore des halophytes* : Paspalum vaginatum, Bacopa erecta, *qui s'ajoutent aux deux pionnières citées. Puis de* 0,75 *à* 0,70 %, *on passe avec* Fuirena glomerata, Eleocharis caribaea *à la flore non halophile qui indique moins de* 0,70 %.

Si les teneurs globales en acide phosphorique marquent une chute sur les plaines cultivées, les teneurs assimilables restent plus stables et acceptables sur toute la série. Par contre toutes les bases, calcium, magnésie et potasse, diminuent régulièrement et presque jusqu'à épuisement, avec l'ancienneté des plaines.

La matière organique tend, au contraire, à augmenter, mais avec formation d'un humus non saturé, à pouvoir réducteur, provoquant la migration du fer. Les dernières terres sont donc latéritisées avec présence d'alumine libre.

La fertilité des plaines intermédiaires doit être corrigée par des apports potassiques et entretenue par des apports phosphatés et potassiques. Les plaines centrales ne peuvent être reconquises par l'agriculture que par de copieux apports potassiques, phosphatés et calciques.

SUMMARY. — *The plains of Kabak Island, in series alternated with sandy offshore bars are studied from the stand-points of vegetation, pedology and rice-cultivation. Muddy* Avicennia *ground cleared and causewayed can be transformed into rice-lands, after the rains have brought the percentage of chlorides down to about* 1 %. *The sign vegetation is there* Philoxerus vermiculatus *and* Sesuvium portulacoides. *Evolution from these virgin soils to ancient plains, deals with saltness, chemical richess and organic matter.*

Between 1 *and* 0,75 % *of* C_1, *adventitious plants are still halophytes* : Paspalum vaginatum, Bacopa erecta *which grow together with the two aforecited.*

Then, from 0,75 *to* 0,70 % *appear* Fuirena glomerata, Eleocharis caribaea *which is the turning point to non halophilous flora which reveals less than* 0,70 %.

If total percentages of phosphoric acid present a decrease on cultivated plains, the assimilable amounts remain more steady and acceptable on the whole series.

On the other hand all bases, calcium, magnesia and potash decrease regularly and almost to exhaustion in proportion as the plains become older.

Organic matter on the contrary tends to increase, but with formation of a non-saturated humus with a reducing power which causes iron migration. The last soils are thus lateritized with presence of free alumina.

The fertility of intermediary plains has to be corrected by potassic fertilizers and maintened with phosphatic and potassic fertilizers ; the central plains can be reclaimed for agriculture only with important potassic, phosphatic and calcium fertilizing.

RESUMEN. — *Las llanuras en la isla de Kabak, en filas alternando con fajas litorales arenosas, han sido estudiadas por lo tocante a la vegetación, la pedologia y el cultivo del arroz. El suelo limoso de Avicennia desbrozado, con diques para contenerlo, puede ser cultivado con arroz después de que las lluvias hayan bajado el porcentaje de cloruro hasta los acercas de* 1 %. *A tal punto, la vegetación indicadora esta representada por* Philoxerus vermiculatus *y* Sesuvium portulacoides. *De estas tierras virgenes volviendo hacia las antiguas llanuras hay una evolución visible en la salinidad, la riqueza quimica y la materia orgánica.*

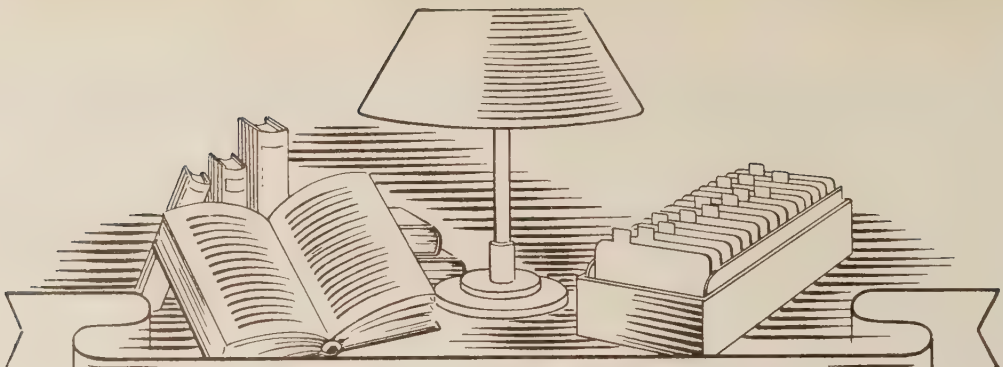
Entre 1 *y* 0,75 % *de* C_1 *las adventicias quedan todavia halofilas* : Paspalum vaginatum, Bacopa erecta *añadandose estas a las dos ya mencionadas. Y de* 0,75 *à* 0,70 *pasamos a la flora non halofila con* Fuirens glomerata *y* Eleocharis caribaes *indicando menos de* 0,70 %.

Si es cierto que los tenores globales en acido fosforico son más bajos que en las llanas cultivadas, los tenores asimilables quedan mas estables y aceptables para todo el conjunto. A diferencia, todas las bases : calcium, magnesia y potasio bajan regularmente, ya casi hasta agotamiento, segun la antiguedad de las llanas.

Al contrario, la materia orgánica tiende a aumentar, pero formando por lo mismo humus non saturado, con poder reductor, y provocando la migración del hierro. De forma que las últimas tierras quedan lateritizadas en presencia de alúmina libre.

La fertilidad de las llanuras intermediarias debe enmendarse con potasio y ser mantenida mediante abonos fosfáticos y potásicos. Las llanuras centrales, solo pueden ser reconquistas para el cultivo, mediante aplicación de cantidades de potasio, de fosfatos y de calcium.

MÉTÉOROLOGIE AGRICOLE
Références d'achats de services officiels sur demande
Établissements CERF
20, QUAI DE LA MÉGISSERIE, PARIS (1er)
Expéditions France et Communauté française
Téléphone : Gut 54-42



UNE INITIATIVE PRIVÉE EN FAVEUR DE L'AMÉLIORATION DE LA MÉCANISATION AGRICOLE DANS LES PAYS EN COURS DE DÉVELOPPEMENT :

LE CONGRÈS INTERNATIONAL TECHNIQUE DU MACHINISME AGRICOLE

par

G. LABROUSSE

Directeur de Laboratoire
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

Le 17 juin 1960 s'est tenue, dans les locaux du Syndicat Général des Constructeurs de Tracteurs et de Machines Agricoles, la première réunion internationale de préparation au Congrès International de Machinisme Agricole.

Cette réunion a groupé des représentants de la France, de l'Italie, de l'Allemagne Fédérale et de la Belgique. Elle s'est poursuivie par un déjeuner en réunissant un certain nombre, auxquels était venu se joindre un représentant de l'Espagne. La journée s'est terminée par une conférence de presse, au cours de laquelle le Président SARRADON a tracé les grandes lignes des buts poursuivis, pour un certain nombre de journalistes, auxquels s'étaient joints deux attachés de l'ambassade d'URSS — qui ont paru intéressés par le thème du Congrès.

Celui-ci se réunira à Paris du 2 au 6 mars 1961, immédiatement avant la Semaine de l'Agriculture. Ainsi les congressistes pourront prolonger leur séjour dans la capitale pour assister aux présentations du Concours Général, et, plus spécialement, du Salon International de la Machine Agricole.

L'idée d'une telle réunion internationale a pris forme au cours d'une session de la CEE, à Genève en février 1959.

Ultérieurement le Syndicat Général des Constructeurs de Tracteurs et Machines Agricoles (de France) l'a reprise personnellement et orientée sur **« la participation du machinisme agricole au relèvement de la condition humaine, plus particulièrement à l'aide aux pays insuffisamment équipés, en voie de développement ».**

C'est ainsi qu'après les prises de contact utiles un premier document a été diffusé auprès des différents services, organismes et personnes susceptibles d'être intéressés et de participer au dit Congrès.

Ce dernier, placé sous le haut patronage du Premier Ministre du Gouvernement de la République, comportera :

α) Un comité de patronage comprenant les Ministres intéressés des principaux pays producteurs de matériel agricole.

β) Un comité d'honneur comprenant :

Des ministres de l'agriculture des pays en voie de développement.

Les présidents des grandes associations internationales intéressées par la mécanisation de l'agriculture et le génie rural.

Les directeurs des instituts de recherche et d'expérimentation des principaux pays producteurs de machines agricoles.

Les présidents des sociétés d'ingénieurs du machinisme agricole.

γ) Un comité d'organisation, présidé par le Président du Syndicat Général des Constructeurs de Tracteurs et Machines Agricoles (français).

δ) Un comité scientifique et technique, composé de personnalités scientifiques de tous les pays et chargé de la mise au point du programme technique du Congrès.

ε) Un comité des dames, chargé de l'organisation du programme des dames accompagnant les congressistes.

Pratiquement, pendant la semaine en cause, le programme doit être le suivant :

Jeudi 2 mars : 10 heures : ouverture du Congrès ;
après-midi : programme technique.
Vendredi 3 mars : matin : programme technique;
après-midi : programme technique.
Samedi 4 mars : matin : libre ou visite organisée ;
après-midi : libre ou visite organisée.
Lundi 6 mars : matin : programme technique;
après-midi : clôture.
Mardi 7 mars : visite organisée du Salon de la Machine Agricole.

Afin de permettre la mise au point technique du programme et d'aborder au mieux les questions assez complexes à résoudre, une première réunion a eu lieu le 24 février 1960, qui groupait des membres français du conseil scientifique et technique. Lors de cette conférence préliminaire, à laquelle ont participé des représentants des différents organismes, publics, para-publics, privés, dont, naturellement, les membres du syndicat organisateur, des orientations ont été données sur la manière de procéder afin de réunir les communications intéressantes devant être classées dans les grands chapitres d'action envisageables sans que ne soit négligé aucun aspect : technique, économique, social dominant le développement : celui de la formation des techniciens de toutes sortes nécessaires devant être pris en considération dès le départ.

Le thème de l'action des pays plus développés pour apporter leur aide à ceux qui le sont moins, particulièrement en leur fournissant les matériels *ad hoc* et en intervenant pour permettre de rassembler les moyens de les acquérir, a été défini. Les grandes lignes du programme technique du Congrès ont été tracées, avec assez peu de précision.

En fonction des difficultés pressenties pour la résolution des questions pratiques en comité pleinier, comme il est habituel en de telles organisations, un groupe de travail, réunissant président et vices-présidents du conseil scientifique et technique, a être institué. Avec le secrétariat général il devait étudier les problèmes dans le détail et aider ce secrétariat dans sa recherche des solutions et des interlocuteurs.

Pendant les mois d'avril, mai et juin, il s'est réuni plusieurs fois, et chacun a apporté sa contribution, si bien que, lors de la réunion du 16 juin 1960, outre la mise au point du programme technique, on a déjà pu constater la proposition d'un nombre assez considérable de projets de communications, assortis de résumés ; ces derniers indiquant, mieux que les titres, la teneur des documents, dont la production devait revenir aux rédacteurs de vingt-quatre pays différents. En fonction du thème général fixé, une quarantaine de ces projets ont été retenus, dont certains pourraient être discutés en cession du Congrès.

C'est sur ces bases que s'est tenue la réunion à laquelle nous faisions allusion plus haut.

La représentation était la suivante :

1) France :

a) Services publics : Enseignement agricole : 2 ; Industrie et Commerce : 1 ; Assistance technique : 3.

b) Organismes privés divers : 7.

2) Etranger :

Belgique : 1 ; Allemagne : 1 ; Italie : 3.

3) Syndicat général des constructeurs et secrétariat général du C.I.T.M.A. : 4.

Sur l'opportunité de développer l'action sur le thème général retenu l'accord a été unanime.

Des communications présentées peuvent s'insérer dans différentes rubriques définies antérieurement :

1) Les problèmes généraux humains et sociaux et notamment de formation, posés par la mécanisation de l'agriculture.

2) Les techniques de mise en valeur des terres dans les contrées en cause (défrichement, irrigation, conservation du sol, etc...)

3) Les techniques des cultures spéciales pratiquées dans ces contrées (céréales, riz, coton, arachide...) et les expériences effectuées. En insistant sur les matériels utilisés, les améliorations à y apporter et les matériels nouveaux désirés.

Les résultats des expériences, des modes d'exploitation — utilisés ou recommandés (individuelle, semi-coopérative ou coopérative, paysannat, etc...), — les aspects économiques et sociaux étant abordés.

4) Les problèmes économiques et financiers posés par la mécanisation dans ces contrées.

On doit d'ailleurs constater que la première répartition des sujets proposés dans ces différentes rubriques n'a pas été examinée en séance. On reviendra sur ce classement quand les communications seront parvenues.

Pratiquement les membres du comité scientifique et technique se sont plus attachés à examiner :

si les propositions de communications s'inséraient bien dans le programme technique du Congrès,

si certains documents ne pouvaient pas être groupés, quand ils traitaient d'un même sujet,

s'il était possible de retenir la participation de pays aussi nombreux que possible.

En fait, sur soixante projets de communications accompagnés de leur résumé et une douzaine de titres proposés (sans explications plus détaillées), quarante-quatre des premières ont été retenues, et sept des seconds, sous réserve de fourniture de précisions.

Par ailleurs en ce qui concerne la Belgique, l'Espagne, l'Italie et l'Allemagne, des modifications, regroupements, etc..., ont été demandés aux représentants de ces pays, participant à la séance.

Il est intéressant de noter le large éventail où s'inscrivent les communications retenues.

Les problèmes techniques de la mécanisation sont abordés dans des régions aussi différentes que le Canada, l'Amérique du Sud, le Moyen-Orient, le Japon et, bien entendu, l'Afrique du Nord et l'Afrique Tropicale, aussi bien pour les

cultures industrielles que pour les cultures vivrières, fruitières ou potagères. Les sujets sont traités par des spécialistes venus de ces régions,soit d'Allemagne, d'Autriche, de Belgique, d'Espagne, de France, de Grande-Bretagne, d'Italie, de Pologne et d'URSS.

Les problèmes économiques, s'ils sont toujours traités parallèlement à l'aspect technique, sont l'objet principal de certaines communications, soit qu'il s'agisse d'étude générale soit que les auteurs étudient la rentabilité d'une opération particulière.

Enfin le rôle du machinisme agricole dans le développement humain et social est fréquemment relevé ; des communications sont consacrées à ce problème, soit sous l'angle formation, soit sous l'aspect application.

Le groupe de travail est chargé de mettre au point les questions en instance et d'orienter certains rédacteurs sur des points particuliers des exposés proposés.

On peut déjà compter que vingt-quatre pays, ou groupe de pays, présenteront des communications et qu'une cinquantaine, au moins, d'entre elles seront imprimées et diffusées. Une vingtaine, parmi les plus intéressantes de ces dernières, feront l'objet d'exposés détaillés et discutés et un certain nombre des restantes serviront de base à des discussions générales. Ceci doit permettre la réalisation d'un congrès étoffé, vivant et animé.

Pour l'instant le Secrétariat Général du CITMA correspond avec les futurs rédacteurs pour leur préciser les différents points discutés et leur demander de fournir leur texte (trente pages de quarante lignes au maximum), avant le 30 septembre.

Les communications définitives étant rassemblées, il conviendra de faire un premier tirage des dits documents, pour leur classement par le Comité Scientifique et Technique international. Puis interviendra la publication, en quatre langues (français, anglais, allemand, russe, avec les résumés en d'autres langues), à effectuer en temps voulu pour permettre aux congressistes de disposer de tous ces documents, avant le congrès ; ceci afin que des questions écrites puissent être posées, sur lesquelles les rédacteurs intéressés réfléchiront avant de subir les feux de la rampe.

Au Pavillon Dauphine, par une chaleur presque tropicale, le Président Sarradon a tenu la petite conférence de presse, à laquelle nous faisions allusion plus haut, qui clôturait de bonne façon la journée du 17 juin.

Partant de la constatation générale que deux hommes sur trois sont actuellement sous alimentés et que la malnutrition est étroitement liée et régulièrement associée à la pauvreté (des individus et des nations), constatant par ailleurs qu'au rythme d'accroissement moyen de 1,6 % par an la population du globe atteindra cinq milliards d'individus à la fin du siècle, il estima que ce problème complexe devra être résolu principalement par l'augmentation de la production alimentaire, notamment dans les contrées sous alimentées.

De nombreuses possibilités s'offrent à cet égard ; augmentation des surfaces cultivées par le défrichement, mise en valeur des sols et irrigation de zones incultes sont possibles, puisque seulement 10 % de la superficie totale de la terre sont cultivés : en défrichant 20 % des zones tropicales incultes, on augmenterait cette surface de 40 %.

Dans les régions surpeuplées, où le défrichement est impossible, l'irrigation bien conduite peut augmenter l'importance et le nombre des récoltes.

L'emploi des engrais chimiques doit être généralisé et rationalisé dans de nombreuses zones, où on ignore encore leur utilisation.

La protection plus efficace des cultures permettrait de sauver une portion considérable de récoltes.

Or, défrichement, mise en état des sols, irrigation, distribution des engrais, protection des récoltes se réalisent de meilleure façon en employant des machines bien adaptées aux terres, aux climats, aux cultures, ce qui en permet l'utilisation rentable.

Cette relation entre les besoins de l'humanité et les possibilités offertes par la mécanisation sera mise en valeur au cours du Congrès, s'inscrivant dans le cadre de la campagne mondiale contre la faim entreprise par la FAO.

Cette profession de foi a été très favorablement accueillie.

Il faut se féliciter de voir se réunir un tel Congrès, qui groupera un nombre important de personnalités et d'organismes, tant fournisseurs de matériels que contribuant à leur utilisation dans les meilleures conditions dans les pays en cause.

Il est vraisemblable que, compte tenu des sujets déjà présentés à l'approbation, de la qualité des rédacteurs, des régions dont il sera question, cette réunion sera très intéressante pour les pays tropicaux et sub-tropicaux de langue française, tant sous l'angle des solutions, techniques, économiques, sociales, qui pourront être proposées, commentées et discutées, que pour leur réalisation rationnelle.

En effet, pour l'application de ces solutions il convient de rassembler et les hommes et les matériels nécessaires. En ce qui concerne les premiers, l'écueil du manque de formation spécialisée est trop souvent difficile à franchir. A ce titre on peut déjà indiquer que différents organismes participant au Congrès comptent formuler des propositions, assorties de la fourniture des moyens qu'ils comptent mettre à la disposition des futurs utilisateurs. Pour ce qui est des seconds, nous ne croyons pas qu'on trouvera, lors des discussions du mois de mars 1961, et des engins très nouveaux et des façons plus rationnelles (que celles actuellement dégagées de l'expérience pratique) de les utiliser afin d'augmenter la production, de développer l'essor économique des pays intéressés, d'améliorer le niveau de vie des agriculteurs. Mais il ne s'agit pas d'être grand clerc pour subodorer qu'une question préjudicielle sera posée au syndicat organisateur, avant que ses adhérents développent leurs fabrications spéciales destinées aux cultures sub-tropicales, tropicales et équatoriales : celle du financement des achats ultérieurs.

Le Président Sarradon et le Groupe de Travail le savent bien, qui ont placé en quatrième et dernière rubrique « les problèmes économiques et financiers posés par la mécanisation agricole dans ces contrées ». Et ce sera vraisemblablement l'une des conclusions les plus importantes : nécessité de rassembler, auprès d'organismes internationaux de financement, les moyens pécuniaires permettant d' « amorcer la pompe », de façon plus importante qu'elle n'a pu l'être jusqu'à présent.

Il est bien évident, outre les considérations humanitaires généreuses faisant agir le Syndicat Général en l'occurence, que le souci de trouver

des débouchés supplémentaires n'est pas étranger à son intervention. Il reste qu'il nous appartenait de lui apporter tout notre appui afin que le Congrès puisse être une réussite dans le domaine limité qui est le nôtre. Soucieux de faire intervenir tous les éléments susceptibles d'améliorer la conjoncture dominant le développement de la mécanisation agricole dans l'outre-mer de langue française, nous n'y avons pas manqué, et nous nous proposons de continuer dans le même sens. Nous sommes déjà heureux de pouvoir dire que le Sénégal, la République Centrafricaine, le Gabon, le Cameroun, et sans doute Madagascar, en dehors de la fourniture de documents par les sociétés d'économie mixte et instituts spécialisés d'assistance technique, enverront des communications et, le Syndicat étant déjà intervenu à ce sujet, nous espérons bien que les responsables du développement de l'agriculture des ex-AOF, AEF., etc..., délégueront certains d'entre eux pour participer aux débats.

Quant à nous, dès avant la réunion que nous commentons, nous avons suscité la fourniture de documents, répertorié les congressistes — possibles ou éventuels — à notre sens ainsi que les destinataires des documents qui seront publiés.

Nous ne manquerons pas de refaire le point, à l'occasion, et, fidèle à notre habitude, de rédiger un compte rendu du Congrès, qui sera peut-être une partie spéciale de celui de notre visite au prochain Salon de la Machine Agricole. Nous restons à la disposition des Lecteurs désirant disposer de renseignements plus précis que ceux fournis ci-dessus, sur le déroulement des opérations conduisant au Congrès International Technique du Machinisme Agricole. Nous souhaitons vivement qu'il apporte une contribution importante au développement de l'agriculture dans les pays en cours de développement, avec les incidences économiques et sociales que cela implique.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

ÉCOLE TECHNIQUE D'OUTRE-MER

" Ecole de la Communauté Française "

Assure en trois ans la formation technique et humaine des cadres moyens pour l'Agriculture, le Commerce et l'Industrie. Concours d'admission fin juin et septembre. Aucun diplôme exigé. Etudes sanctionnées par un Brevet de Technicien.

Section préparatoire : Collège Moderne de CHATEAU-du-LOIR (Sarthe). Internat

Renseignements au Secrétariat de l'Ecole : 1, rue Dumé-d'Aplemont, LE HAVRE. Tél. 42 73-16.

NOTE SUR UN APPAREIL A DOSAGE RAPIDE D'HUMIDITÉ

par

Mme HAHN RUYSSEN

Service Normalisation Technologie de l'ORSTOM

INTÉRÊT PRÉSENTÉ PAR LA MESURE RAPIDE DE LA TENEUR EN EAU DES PRODUITS AGRICOLES DANS LES RÉGIONS TROPICALES

La bonne conservation des produits agricoles, au cours du stockage ou au cours du transport, est fonction d'une dessiccation minima au départ. Dans les régions tropicales, où les conditions climatiques favorisent les causes d'avaries dues principalement au développement des moisissures, aux fermentations et à l'oxydation des corps gras, les graines riches en matières grasses sont plus que d'autres sujettes aux avaries.

Une dessication convenable est d'autant plus nécessaire que les conditions de transport et de stockage laissent parfois à désirer.

L'expérience a montré que, pour chaque produit, existait une teneur en eau optima assurant, dans les conditions générales de température et d'humidité rencontrées, une stabilité satisfaisante ; l'état d'équilibre à rechercher est à la base d'une bonne conservation.

Certains textes généraux ou locaux indiquent les caractéristiques minima, que doivent présenter les produits à l'exportation, et prescrivent des taux d'humidité limites, au delà desquels l'exportation est refusée par les Services de Contrôle du Conditionnement, citons pour exemple :

8 % pour les fèves de cacao,
13 % pour le café vert,
14 % pour le riz décortiqué.

Si, dans la réalité, la teneur en eau limite n'est pas toujours respectée, c'est que, jusqu'à ces dernières années, il était matériellement impossible de s'en assurer, faute de matériel convenable à la disposition des agents contrôleurs.

La mesure de l'humidité des échantillons prélevés par les agents des Services de Contrôle du Conditionnement pose, en effet, des problèmes pratiques : de nombreux échantillons sont vérifiés aux périodes de pointe et les délais de contrôle avant embarquement sont courts (quatre jours en général), il est donc nécessaire d'opérer rapidement un grand nombre de mesures. Jusqu'à ces dernières années, la teneur en eau n'avait pu être déterminée qu'au moyen du séchage à l'étuve et, pour certains produits, par entraînement à l'aide d'un solvant (xylène ou toluène) ; ces deux méthodes, précises, présentent l'inconvénient d'être longues et de nécessiter un appareillage sinon compliqué du moins encombrant et peu transportable, ce qui limitait leur utilisation à quelques postes importants équipés d'un laboratoire.

De plus certains produits, oléagineux en particulier, risquent, à une température élevée et prolongée, de subir des altérations ayant tendance à fausser les résultats, et la teneur en matière grasse des oléagineux tropicaux peut présenter des inconvénients dans certains appareils conçus pour les produits oléagineux métropolitains moins riches en huile.

C'est la raison pour laquelle le Service de Normalisation, Technologie et Règlementation des Fraudes de l'ORSTOM s'occupe de réunir, depuis quelques années, toute la documentation concernant la détermination de la teneur en eau et expérimente certains appareils afin de les faire connaître aux services et organismes des régions tropicales intéressées.

Des appareils de modèles variés sont déjà en place outre-mer et il a été possible de tirer des enseignements de leur expérimentation dans les conditions spéciales rencontrées.

Ils appartiennent aux types suivants :

a) Les appareils a mesure directe, sans échantillonnage préalable dans les sacs où les produits en vrac, utilisant :

soit l'hygromètre à cheveux.
soit la mesure de la conductibilité électrique.

b) Les appareils a mesure de propriétés électriques utilisant :

soit la mesure de la conductibilité électrique,

soit la mesure de constantes diélectriques.

c) Les appareils thermiques utilisant :

soit le chauffage rapide dans les étuves spécialement conçues avec lecture directe,
soit le chauffage par lampe infra-rouge avec lecture directe.

d) Les appareils a réaction chimique utilisant l'action du carbure de calcium sur l'eau.

Il n'est pas question d'établir un classement entre ces divers appareils (une quarantaine), expérimentés directement ou étudiés à travers les compte rendus, ni de faire intervenir des questions de prix ; mais au point de vue pratique (rapidité, maniabilité, simplicité d'emploi) ce sont les **appareils à mesure de propriétés électriques,** qui remplissent les exigences demandées par les agents des Services de Contrôle du Conditionnement ou par les Exportateurs, dans les conditions rencontrées en régions tropicales ; ils nécessitent un étalonnage préalable sérieusement suivi.

Un appareil de ce type construit par la Société des Compteurs de Montrouge, le HYB 21 (fig. 1) répond aux conditions recherchées : simplicité de manœuvre et rapidité de la mesure, robustesse permettant un transport facile (poids : 32 kg, encombrement : 51 × 40 × 43 cm), protection et étanchéité sous capot solide, facilité d'entretien, fonctionnement sur tous courants alternatifs. Cet hygromètre, conçu pour la mesure de l'humidité. des graines (céréales ou oléagineuses), farines, tourteaux broyés, nécessite un échantillon d'environ 500 g sans aucune préparation préalable.

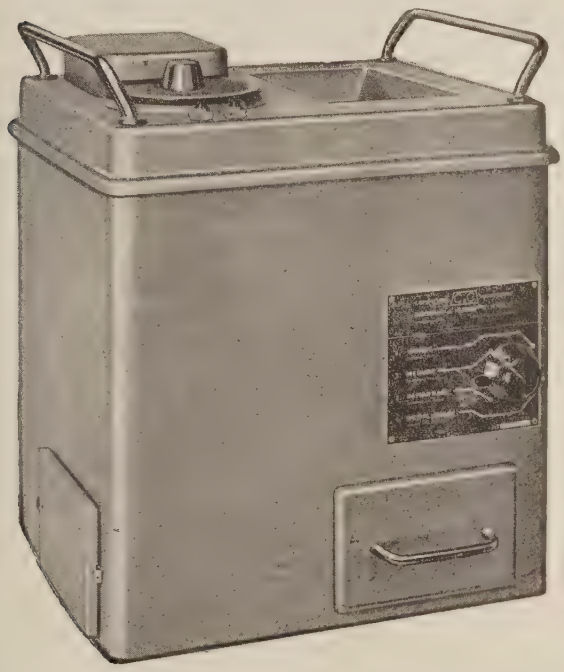


FIG 1

Pratiquement l'opération (pesée, mesure proprement dite et détermination de la température) demande au maximum cinq minutes pour un seul échantillon. Si de nombreuses mesures sont à effectuer, ce temps peut être réduit, la pesée ou la lecture de la température pouvant être faites pendant la détermination de la teneur en eau.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT (d'après J. BOURCIEZ dans « *Electronique industrielle* », 1959, janv.).

Le principe de fonctionnement de l'appareil est basé sur la mesure du pouvoir inducteur spécifique de l'eau contenue dans un produit par rapport à celui de l'eau libre ; l'eau libre ayant un pouvoir inducteur spécifique de 80, le zéro d'humidité correspond au pouvoir inducteur spécifique de 4, représentant celui de l'eau, dont les molécules sont immobilisées, liées, par des forces d'origine électrique à la substance sèche du produit.

Pour chaque corps, on établit une relation entre l'humidité dosée physiquement et l'humidité dosée chimiquement, cette dernière par déplacement d'un certain pourcentage de l'eau de la substance par l'emploi d'un pouvoir déshydratant connu ; cette relation peut se définir ainsi « pour une même substance d'un même degré de liberté de la molécule d'eau correspond à un même pourcentage d'eau..., ce degré s'entendant comme le rapport de la substance sèche à l'eau ».

Il est alors possible d'établir une échelle de concordance entre l'humidité chimique et le pouvoir inducteur spécifique de la substance sèche ; ce dernier peut, théoriquement, se mesurer à l'aide d'un condensateur de capacité connu entre les électrodes duquel on place le corps à analyser ; le rapport de la capacité trouvée à celle du condensateur est le pouvoir inducteur cherché.

L'appareil HYB 21 est conçu pour la mesure du pouvoir inducteur spécifique selon le principe ci-dessus. Les produits à analyser présentant une certaine humidité, celle-ci se traduit par une résistance qui, dans la pratique, est mesurée ; la conductibilité propre de l'échantillon ayant été éliminée par l'utilisation de circuits spéciaux.

Signalons que, parmi les appareils basés sur la conductibilité électrique, ceux utilisant la mesure du pouvoir inducteur spécifique sont les plus précis. En effet, les instruments basés sur la détermination de l'humidité par la mesure de la résistivité électrique donnent des résultats manquant de précision. Cette résistivité dépend en particulier de la surface de contact et de la pression entre les grains, donc la résistivité d'une même substance d'humidité donnée sera variable selon l'état de tassement des grains. On peut évidemment palier cet inconvénient par le broyage préalable et un tassement énergique afin d'obtenir un produit compact, mais cela oblige à des manipulations supplémentaires et à un appareillage spécial ne pouvant donner des résultats valables dans le cas des graines oléagineuses parce qu'on aboutirait à une extraction partielle de l'huile.

FONCTIONNEMENT :

L'échantillon, d'un poids déterminé, est introduit dans une trémie située à la partie supérieure et fermée par une trappe ; une manette portant un ergot se déplace devant un tableau indiquant les positions :

1) remplissage,
2) démarrage,
3) mesure,
4) vidage.

L'hygromètre branché, un voyant vert s'allume indiquant que l'appareil est sous tension ; il est recommandé de laisser chauffer le circuit quelques minutes.

La manette en position 1) correspond à la fermeture de la trémie, la position 2) ouvre la trappe, le produit tombe dans le condensateur-trémie, la position 3) assure la fermeture de la trappe et le démarrage du moteur qui provoque la rotation du condensateur variable de mesure. Un voyant rouge s'allume, indiquant que l'appareillage de mesure fonctionne, en même temps le disque horizontal portant le diagramme établi pour le produit considéré commence sa rotation, mu par l'arbre du moteur entraînant le condensateur.

Le plateau porte un moyeu saillant et deux

ergots permettant de placer rapidement et très exactement le disque de papier gradué en pourcentages d'humidité et le papier carbone. Un électro-aimant attire un marteau marqueur en forme de V, disposé de telle sorte que, lorsqu'il se déclenche, la pointe du V indique, de façon précise, la mesure d'humidité en frappant à travers le papier carbone.

Lorsque l'électro-aimant attire le marteau, le déclenchement s'opère car la capacité du condensateur variable est à son maximum, correspondant à une humidité nulle.

Le voyant rouge s'éteint dès que le V a été frappé ; le disque continue à tourner jusqu'à ce qu'il ait repris sa place primitive, on retire alors le diagramme.

Placer ensuite la manette sur la position 4) assurant la vidange du condensateur dans un tiroir. Prendre alors la température avec un thermomètre, que l'on place dans le produit se trouvant dans le tiroir. Il est conseillé, avant de prendre les mesures d'humidité, de laisser les échantillons quelques temps dans le local, afin que leur température s'équilibre avec celle de l'air ambiant.

La mesure elle-même dure de vingt à trente secondes ; le temps d'une rotation complète du disque est de quarante-cinq secondes.

La correction de température se fait par simple addition ou soustraction d'un coefficient, selon que l'on est au-dessous ou au-dessus de 20° C ; une échelle portée sur le diagramme (fig. 2) donne la correction de 2 en 2 degrés C, elle est constante pour tous les produits.

ETALONNAGE :

Cet appareil conçu pour l'utilisation en métropole a été mis au point pour les céréales, blé, maïs, graines oléagineuses (colza, lin) et matières pulvérulentes ou granuleuses variées, telles que sable, tourteau broyé, etc. Le Service de Normalisation, Technologie et Règlementation des Fraudes s'est chargé d'étalonner l'hygromètre pour des produits divers d'origine tropicale, tels que, fèves de cacao, café vert et torréfié, arachides décortiquées, riz paddy et décortiqué, afin de permettre son utilisation dans les régions productrices, certains de ces produits intéressant d'ailleurs également les industries métropolitaines (détermination de la teneur en eau du café torréfié au moment de l'empaquetage).

Il a fallu tout d'abord déterminer le poids de produit nécessaire et suffisant pour effectuer les mesures. En effet, l'appareil ne donne des résultats reproductibles que si le condensateur est suffisamment rempli.

C'est ainsi que pour le café vert le poids de 300 g avait d'abord été retenu, car il correspondait à la pesée effectuée pour l'expertise et le même échantillon aurait alors servi pour la détermination de la teneur en eau. Ce poids s'étant révélé insuffisant il a fallu adopter celui de 400 g.

Pour les différents produits étudiés, les poids suivants sont retenus :

café torréfié	350 g
arachides décortiquées	500 g
fèves de cacao	400 g
paddy	500 g
riz décortiqué	500 g

Des essais ont permis de démontrer que le diagramme établi pour le café à partir du *robusta* Côte-d'Ivoire était valable pour des cafés d'autres espèces, telles l'*arabica* et l'*excelsa* ; certains produits, le riz par exemple, donnent des résultats non comparables selon qu'il s'agit de grains ronds ou de grains longs, dans ce cas il faut dresser un abaque par catégorie de grain.

Pour chacun des produits suivants : cacao, arachides décortiquées, café vert, café torréfié, un diagramme définitif a pu être établi donnant des résultats satisfaisants. Ces diagrammes résultent d'abaques dressés en plaçant en abscisses les % d'humidité trouvée à l'étuve à 100-102° C et en ordonnées les lectures rapportées à 20° C, les coordonnées se répartissent de chaque côté d'une droite théorique.

L'hygromètre est étalonné ensuite par le constructeur selon les résultats enregistrés, afin de permettre, par le calcul, de reporter, sur un diagramme spécial pour chaque produit (fig. 2), les mesures portées sur le diagramme témoin.

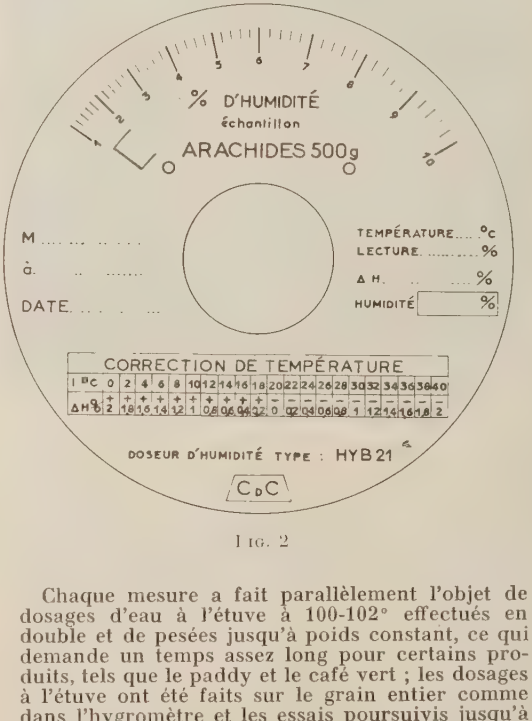


FIG. 2

Chaque mesure a fait parallèlement l'objet de dosages d'eau à l'étuve à 100-102° effectués en double et de pesées jusqu'à poids constant, ce qui demande un temps assez long pour certains produits, tels que le paddy et le café vert ; les dosages à l'étuve ont été faits sur le grain entier comme dans l'hygromètre et les essais poursuivis jusqu'à concordance suffisante de manière à obtenir un grand nombre de coordonnées dans les limites pratiques d'utilisation pour chaque produit.

Afin d'obtenir des humidités très différentes et suffisamment élevées de façon à avoir des « points » les plus variés possible, les produits furent soumis dans un local conditionné et pendant des temps variables (de un à seize jours) à des atmosphères très chargées en humidité (90° hygrométriques) et à température élevée (28-30°C); les échantillons se trouvaient ainsi dans des conditions approchant celles rencontrées en zone tro-

picale humide ; d'autres échantillons furent au contraire soumis à des atmosphères sèches afin de contrôler la constance de la valeur des mesures données par l'HYB 21 dans les cas les plus extrêmes.

Il est utile en effet, que, pour chaque produit, le doseur d'humidité puisse mesurer les différentes teneurs pouvant être rencontrées, c'est dans ce but que les diagrammes établis comprennent les écarts suivants :

café vert de 4 à 18,
café torréfié de 3 à 10,
cacao de 4 à 15,
arachides décortiquées de 2 à 10,
blé de 8 à 29,
maïs de 11 à 31.

En ce qui concerne le paddy et le riz décortiqué, les essais sont poursuivis, car l'humidification artificielle des céréales pose un problème différent de celle des autres produits. Cette liste n'est pas limitative et il est possible d'établir des diagrammes pour d'autres produits tels que farine de manioc, tapioca, sorgho, coprah, etc...

Conclusions.

A l'usage, cet appareil s'est révélé d'une grande fidélité dans les mesures, malgré la diversité des produits expertisés et les grands écarts d'humidité obtenus artificiellement. La précision $\pm$ 0,3 % répond aux besoins des utilisateurs dans le domaine pratique.

L'intérêt de l'appareil, outre les qualités propres énumérées plus haut, réside encore dans le fait qu'aucun réglage particulier n'est nécessaire pour les produits les plus divers, oléagineux ou non, très humides ou très secs, il suffit pour chaque produit de respecter le poids de l'échantillon indiqué sur le diagramme. Enfin l'échantillon ne subit aucune préparation ni altération et peut donc être récupéré intact, ce qui présente un certain intérêt pour des produits de valeur élevée tel que le café torréfié.

L'hygromètre de la Compagnie des Compteurs de Montrouge paraît donc répondre aux besoins que l'on peut attendre d'un doseur rapide d'humidité en régions tropicales.

COMPTE RENDU DU SYMPOSIUM SUR LES " PROGRÈS RÉALISÉS DANS L'ANALYSE CHIMIQUE DU SOL, DES ENGRAIS ET DES PLANTES "

par

M^lle J. BELEY
Maître de recherches de l'ORSTOM

M. PINTA
Maître de recherches de l'ORSTOM

Le symposium, organisé par la section « Agriculture » de la « Society of chemical Industry » de Grande Bretagne, s'est tenu à Londres les 20 et 21 avril 1960. Son objectif était très vaste si l'on se réfère à son titre « Progrès réalisés dans l'analyse chimique du sol, des engrais et des plantes ». En fait, treize communications seulement ont été présentées, parmi lesquelles sept ont traité de problèmes particuliers à l'analyse des végétaux, trois à l'analyse simultanée du sol et des plantes, deux à l'analyse du sol et une à l'analyse des engrais.

1) **Détermination quantitative des constituants de la cuticule des feuilles et des fruits,** par (J.T.) MARTIN (Long Ashton Research Station, University of Bristol).

D'une façon générale, la cuticule est formée de substances cireuses, plus ou moins englobées dans un réseau de cutine. L'auteur a mis au point une méthode d'analyse comportant un nombre minimum de manipulations et permettant d'estimer quantitativement ces deux constituants. Etant donné les grandes variations existant dans les rapports poids/surface, suivant le matériel envisagé, il vaut mieux exprimer les résultats en $\mu g/cm^2$.

La connaissance de la composition de la cuticule permet d'expliquer pourquoi certaines feuilles traitées par les insecticides se mouillent et d'autres présentent des gouttelettes à leur surface.

2) **Influence de certains facteurs sur le dosage du fer chez les végétaux,** par (E.J.) HEWITT, (A.C.) MASON et (D.J.D.) NICHOLAS (Long Ashton and East Malling Research Stations).

Les résultats obtenus lors du dosage colorimétrique du fer (par l'O-phénanthroline ou par l'α-α'-dipirydile) dans les feuilles de tomates, choux fleurs, pommiers, etc... sont sujets à de grosses variations. Celles-ci peuvent avoir plusieurs causes : les feuilles sont couvertes ou non pendant la végétation (la teneur en fer, dans ce cas, peut être très variable, tandis que celle en azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium, ne change pas) ; le lavage des échantillons pendant un temps plus ou moins long, dans l'eau ou le teepol à 0,3 %, entraîne également de fortes différences ; l'importance de la prise d'essai influence certainement les résultats, ceux-ci étant toujours supérieurs pour les prises d'essai de 20 mg que pour celles de 100 mg (en appliquant une méthode de dosage spectrographique (R.L.) MITCHELL a constaté le même phénomène avec des prises d'essai de 20 mg et 20 g) ; enfin, suivant le mode de digestion (sulfo-oxygénée ou nitro-perchlorique), les résultats obtenus peuvent encore varier, bien que l'addition de Fe^{59} à différentes plantes ait montré qu'il n'y avait aucune perte de Fe au cours de la digestion.

3) **Dosage des chélates de fer dans les extraits végétaux,** par (D. G.) HILL-COTTINGHAM et (C.P.) LLOYD-JONES (Long Ashton Research Station, University of Bristol).

Le succès toujours croissant, depuis 1951, de l'utilisation des chélates de fer en agriculture, a conduit les auteurs à élaborer une technique de dosage des agents chélatants (acide éthylène-diamino-tétra-acétique ou E D T A et acide 1,2 diamino cyclohexane-tétra-acétique ou C D T A) et des chélates de fer. Pour l'E D T A ou le C D T A le principe de la méthode est basé sur le fait que l'élimination du métal d'un complexe coloré par ces substances entraîne une diminution de la densité optique, qui est proportionnelle à la concentration des agents chélatants. Pour les chélates de fer, il convient au préalable de précipiter le fer par ébullition avec de la soude, en présente d'un excès d'ion Ca. Lorsqu'il s'agit d'extraits végétaux, contenant des substances interférentes et des produits colorés, la séparation et la concentration des agents chélatants ou des chélates de fer peuvent être réalisées par passage sur colonne de résines échangeuses de cations ou de charbon activé.

4) **Dosage de traces de cuivre dans les cendres de latex par activation de neutrons,** par (J.A.W.) DALZIEL et (R.C.H.) HSIA (Imperial College, University of London.

L'extrême sensibilité de la méthode, de l'ordre de 10^{-5} g permet d'opérer sur des prises d'essai de cendres de 10^{-6} g. Elle n'est pas applicable à des analyses en série, mais prend toute sa valeur dans les recherches sur les relations entre la distribution du cuivre et le métabolisme des végétaux.

5) **Analyse de la fraction hydro-carbonée des fourrages,** par (H.I.) BATH (NIRD, Shinfield, Reading).

Après dessication, de préférence par congélation, le matériel végétal est soumis à une série d'extractions (par éthanol-benzène, éthanol, eau froide, eau bouillante) permettant d'obtenir successivement les lipides et pigments, les sucres solubles, les fructosants, la pectine, la lignine, les hemi-celluloses et l'α-cellulose. Les sucres et les acides uroniques sont séparés et dosés par chromatographie sur papier. Grâce aux résultats obtenus, la valeur nutritive des fourrages peut être déterminée avec précision.

6) **Dosage de la matière sèche et des substances volatiles dans les fourrages ensilés,** par P. Mac Donald, (W.A.) Dewar (School of agriculture, University of Edinburg).

En recueillant, dans un appareil spécial, les distillats obtenus au cours de la dessication de fourrages ensilés, et en les analysant, les auteurs ont pu identifier les matières volatiles suivantes ; de l'azote, de l'acide acétique, quelquefois de l'acide butyrique (mais toujours en petites quantités), de l'acide lactique, très rarement de l'acide propionique. Les pertes en matières volatiles sont plus fortes lorsque la dessiccation a lieu à un pH de 3,7 à 5,2. La matière sèche « réelle » des fourrages ensilés doit être calculée en tenant compte de ces pertes.

7) **Dosage de quelques composés phosphorés et étude de leur répartition dans les feuilles,** par (E.J.) Hewitt, (B.A.) Notton (Long Ashton Research Station, University of Bristol).

Par des extractions successives par l'éthanol à 85 %, l'acide chlorhydrique 0,2 N, l'acide perchlorique N, l'acide perchlorique 0,5 N et la soude 2 N, il est possible d'extraire la totalité des composés phosphorés existant dans les feuilles. L'application de la technique décrite, à plusieurs espèces végétales, a montré que les teneurs et proportions du phosphore organique sont très différentes d'une espèce à l'autre et même d'une variété à l'autre. Les auteurs ont également étudié les interactions entre le phosphore et le molybdène sur tomates, choux fleurs, tournesol et moutarde. L'addition de molybdène à des cultures entraîne dans tous les cas une augmentation du rapport P organique/P minéral, du P organique extrait par l'éthanol et l'acide chlorydrique 0,2 N et du P organique extrait par l'acide perchlorique N.

8) **Application de la chromatographie sur papier au dosage des oligo-éléments dans les sols et les plantes,** par (R.A.) Webb, (H.M.) Stevens, (D.C.) Hallas (Department of Agriculture and Horticulture, Research Station, Long Ashton, Bristol).

Les chromatogrammes, obtenus sur papier avec une solution synthétique contenant, Cu, Zn, Mo, Fe, B, Mn et Co, permettent le dosage ultérieur de ces éléments après les avoir localisés sur le papier grâce à la formation de complexes colorés : le Mo par le dithiol et le Cu par le diethyldithiocarbamate peuvent être élués directement ; pour les autres éléments, plus diffus, il est nécessaire de traiter les chromatogrammes par un réactif général, l'acide 2 — nitroso — 1 naphtal — 4 sulfonique, qui permet en outre de doser le Co et le Fe. Lorsqu'il s'agit de matériel végétal ou d'extraits de sols, il convient d'éliminer au préalable les éléments majeurs, K, Ca, et Mg, en appliquant pour cela la propriété qu'a l'acétone de dissoudre seulement les chlorures des oligo-éléments.

9) **Les sources de contamination dans l'analyse des sols et des plantes,** par (R.L.) Mitchell (Macaulay Institute, Aberdeen).

Toutes les causes d'erreur, en particulier dans le dosage des oligo-éléments, ont été passées en revue par l'auteur depuis le prélèvement des échantillons de sol et de plantes, leur transport au laboratoire, leur préparation en vue de l'analyse (nettoyage, séchage, broyage et stockage) et leur analyse proprement dite (contamination par la poussière du laboratoire, le matériel utilisé, les réactifs divers). Avant de perdre du temps et du matériel dans des analyses dénuées de toute valeur, il faut prendre en considération et suspecter toutes opérations capables d'entacher d'erreur les résultats.

10) **Application de la photométrie directe à l'analyse agronomique,** par (R.O.) Scott (Macaulay Institute Aberdeen).

L'auteur décrit deux méthodes spectrographiques adaptées aux besoins des laboratoires d'analyse agronomique. La première a trait au dosage du magnésium à l'aide d'une spectrographe Hilger, dont on a remplacé le dispositif photographique par un dispositif électronique permettant la lecture directe. On peut ainsi doser de 0,3 à 24 ppm de magnésium dans des extraits de sols par l'acide acétique et l'acétate d'ammonium dans les extraits chlorhydriques de plantes, avec un coefficient de variation de ± 2 %. La seconde utilise un spectrographe Hilger à lecture directe conçu de telle sorte que l'on puisse doser facilement onze éléments (Zn, Si, B, P, Cr, Fe, Mg, Mn, Al, Cu, Li).

11) **Influence de certains facteurs sur la détermination des esters phosphoriques des sols,** par (G.) Anderson (Macaulay Institute, Aberden).

Un sol calcaire (pH 7,5) et un sol acide présentant une forte capacité d'adsorption des phosphates (pH 5,6) ont été traités par différents esters phosphoriques — glucose 1 phosphate, inositolhexaphophate, β — glycérophosphate, acide ribonucléique et acide desoxyribonucleique.

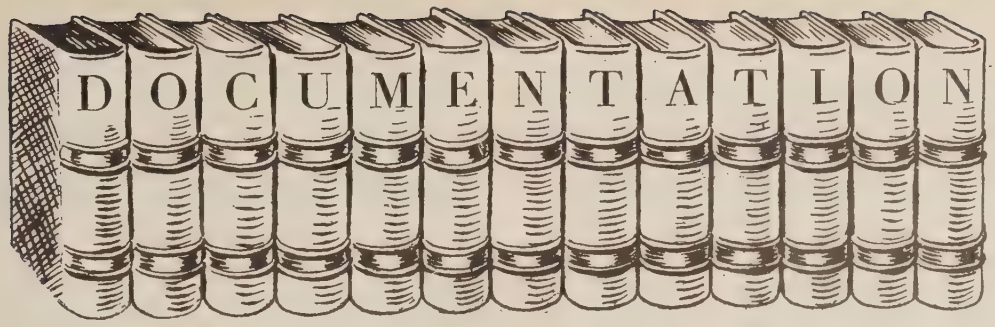
Ces esters ont ensuite été dosés selon trois méthodes classiques : ignition, extraction ménagée et extraction poussée, et le degré de leur hydrolyse a ainsi pu être mis en évidence dans chaque cas. L'auteur donne une modification du procédé par extraction.

12) **Fixation de l'azote par des extraits d'*Azotobacter vinelandii*,** par (D.J.D.) Nicholas, (D.J.) Fisher (Long Ashton Research Station, University of Bristol).

En soumettant des suspensions d'*Azotobacter*, dans leur milieu de culture, à une lyse par du blanc d'œuf ou à un traitement par les ultra-sons, les auteurs ont pu obtenir des extraits privés de cellules qu'ils ont mis en contact avec un mélange gazeux contenant du N^{15}. Ils ont ainsi pu démontrer formellement que ces extraits sont encore capables de fixer des quantités importantes d'azote, à condition que les cellules soient rompues dans le milieu même où elles se sont développées.

13) **Dosage du trichloracétate incorporé aux engrais N, P, K,** par (J.) Johnston (Fisons Fertlizers Ltd Levington Research Station, Ipswich).

Par chromatographie de partage sur colonne de kieselguhr purifié, on sépare les acides di et trichloracétiques, qui sont ensuite titrés par le méthylate de sodium.



I

OUVRAGES ET DOCUMENTS GÉNÉRAUX

15 - 111

JONES (W. O.). — **Manioc in Africa.** (Le manioc en Afrique). Stanford University Press, Stanford, California (États-uni), édit., 1 volume 15 × 23 cm, 1959, 7,5 $, 316 p., cartes, graphiques, abondante bibliographie en fin de chaque chapitre.

Le manioc, connu sous divers autres noms : mandioca, cassava, yuca, tapioca, est le principal aliment des populations de l'Afrique tropicale. Il fut introduit du Brésil en Afrique au XVI^e^ siècle par les marchands d'esclaves. Ses avantages, comme aliment, sont tels qu'il a été adopté par les tribus de l'intérieur bien avant qu'elles ne fussent visitées par les Européens. Cette étude serait la première qui tienne compte totalement de l'importance agricole et alimentaire du manioc dans l'Afrique noire actuelle.

Les caractéristiques économiques, agronomiques et alimentaires sont exposées en détail, en même temps que l'importance de sa culture est indiquée dans les principales contrées de l'Afrique tropicale. En expliquant l'élévation du manioc au rang de culture industrielle on comprend le comportement du cultivateur africain envers ce stimulant économique. Les indications sur les prix, les coûts de production du manioc et d'autres cultures importantes aident à expliquer l'importance actuelle et suggèrent les grandes lignes d'un accroissement futur.

L'ouvrage comprend dix chapitres : Le manioc. L'Afrique : pays, climat et population. Introduction et extension du manioc. Méthodes actuelles de culture. Méthodes de préparation. Le Congo. Les Etats bordant le golfe de Guinée : production, consommation et commerce. L'Est africain. Le manioc dans une économie en extension.

Annexes. Index matières.

15 - 112

Potassium Symposium 1958. Institut International de la Potasse, Berne (Suisse), édit., 1 vol., 15,5 × 22 cm, 426 p., fig., bibliographie en fin de chapitre.

PREMIER CHAPITRE. **Les problèmes de la fumure dans l'agriculture espagnole.**

DEUXIÈME CHAPITRE. **Eau, potassium et plante.**

TROISIÈME CHAPITRE. **Eau, potassium et sol.**

KOBO (K.). — On the effect of potassium on rice culture in Japan (Action de la potasse dans la riziculture japonaise).

QUATRIÈME CHAPITRE. **Le potassium dans les régions déficitaires ou excédentaires en eau.**

HÉBERT (J.). — **La fumure potassique dans les régions tempérées.**

FABRIS (A.). — **La concimazione potassica nelle regioni aride** (La fumure potassique dans les régions arides).

PRÉVOT (P.). — **La fumure potassique dans les régions tropicales et subtropicales.**

HUMBERT (R. P.). — **Potash fertilization in the Hawaiian sugar industry** (La fumure potassique dans la culture de la canne à sucre aux Hawaii).

COMPAGNON (P.). — **La fumure potassique de l'hévéa.**

L'ouvrage se termine par le texte du discours de clôture, un index des auteurs, et un index matière.

15 - 113

Japanese Potassium Symposium. First japanese Potassium Congress. Tokyo. 1957. Institut International de la Potasse, Berne (Suisse), édit., 1 vol. 15 × 21 cm, 139 p., fig., bibliographie en fin des communications.

Parmi les communications, on peut citer :

KOBO (K.). — **On the effect of potassium on rice crop in Japan** (Action de la potasse en riziculture au Japon).

YAMASAKI (T.). — **Trend of the study on the manurial effect of potassium in Japan in recent years** (Tendance des recherches sur l'action de la fumure potassique au Japon ces dernières années).

NOGUCHI (Y.), SUGAWARA (T.). — **Studies on some indications of potassium deficiency in rice plants** (Recherches sur quelques indices de déficience potassique présentés par des plants de riz).

ONO (K.). — **The relation between rice diseases and potassium** (Relation entre les maladies du riz et la potasse).

TAKAHASHI (T.). — **Potassium nutrition of tobacco plants** (Nutrition potassique des plants de tabac).

Un index auteur termine l'ouvrage.

15 - 114

L'enquête agricole de 1958 dans les départements de la Réunion et de la Guadeloupe. Supplément. Série statistique n° 20, *Bulletin mensuel de Statistique d'Outre Mer*, INSEE, 29, quai Branly, Paris, VII^e^ édit., 1960, 48 p., tableaux.

L'enquête fut faite par sondage en 1957 et 1958.

15-115

WHYTE (R. O.), MOIR (T. R.), COOPER (J. P.). — **Les Graminées en agriculture.** FAO, Rome, édit. en vente aux Editions A. Pédone, 13 rue Soufflot, Paris V^e^, 1959, 1 vol. 15,5 × 22,5, 486 p., 22 fig.

Ce travail est le n° 42 de la collection des Etudes Agricoles de la FAO. Il a été rédigé dans le même esprit que le n° 21 des Etudes Agricoles « Les Légumineuses en Agriculture ».

Cet ouvrage comporte trois parties :

PREMIÈRE PARTIE : **Agronomie des Graminées.**

Considérations économiques. Les obstacles à l'exploitation herbagère. Les Graminées et la fertilité du sol. Création et premier entretien des prairies semées et des cultures de Graminées fourragères. L'exploitation rationnelle des prairies semées et des Graminées fourragères. Rôle des excréments et urines et des engrais artificiels dans les herbages. L'exploitation des Graminées pastorales et fourragères en irrigation. Valeur nutritive des Graminées pastorales et fourragères en milieu tropical. Production et distribution des semences. La recherche herbagère : méthodes et dispositifs d'essais (Annexes).

DEUXIÈME PARTIE : **Biologie des Graminées.**

Données bio-écologiques. Physiologie et adaptation locale. Introduction de nouveautés, sélection et amélioration. La cytologie et les méthodes d'amélioration.

TROISIÈME PARTIE : **Genres et espèces de Graminées.**

Cette partie occupe à elle seule une centaine de pages.

BIBLIOGRAPHIE.

ABRÉVIATIONS DES PUBLICATIONS MENTIONNÉES.

INDEX PAR SUJET.

INDEX DES NOMS BOTANIQUES.

15-116

WHYTE (R. O.). — **Prospection, récolte et introduction de plantes.** FAO, Rome, édit., en vente aux Editions A. Pédone, 13 rue Soufflot, Paris V^e^, 1959, 1 vol. 15,5 × 22,5, 126 p., 13 fig.

Ce travail est le n° 41 des Etudes Agricoles de la FAO. Il comporte sept chapitres.

Introduction des plantes dans le monde.

Histoire de quelques cultures d'importance économique (blé, riz, maïs, canne à sucre, tabac, cotonnier, bananier, agrumes, olivier, dattier, pomme de terre, tomate, carotte, *Lolium* spp., *Phalaris tuberosa*, luzerne, *Trifolium subterraneum*).

Considérations d'ordre génétique et physiologique.

Techniques de récolte et d'introduction.

Travaux récemment entrepris ou envisagés.

Réception et entretien des collections.

Coopération internationale.

Bibliographie.

Index.

15-117

GROS (A.). — **Engrais. Guide pratique de la fertilisation.** La Maison Rustique, 20, rue Jacob, Paris VI^e^, édit., deuxième édition, 1960, cartonnée, 11 NF, 1 vol. 13 × 21, 408 p., tabl., sché., cart., phot.

Deuxième édition profondément remaniée et complétée de ce traité sur la fumure.

L'ouvrage se compose de deux parties.

I) **La plante, le sol et les engrais.** Comment la plante se nourrit. Le sol, support et garde-manger de la plante. Les amendements calcaires. L'humus, base de la fertilité des sols et support de leur vie microbienne. Le fumier et les amendements humiques. Le problème de l'humus dans l'exploitation agricole. L'azote, les engrais azotés, la fumure azotée. L'acide phosphorique, les engrais phosphatés, la fumure phosphatée. La potasse, les engrais potassiques, la fumure potassique. Soufre, magnésium, calcium et oligo-éléments.

II) **La pratique de la fertilisation.** Le calcul de la fumure. La fumure des principales cultures. La fertilisation en Afrique du Nord et en milieu tropical, (sorghos et mils, canne à sucre, bananier, ananas, arachide, palmier à huile et cocotier, caféier, cocotier, cotonnier). La rentabilité de la fumure. Achat, emballage, stockage, réglementation de la vente des engrais. L'épandage des engrais. Comment tirer le meilleur parti des engrais minéraux. La production et l'utilisation des engrais en France métropolitaine.

Un index alphabétique termine l'ouvrage.

15-118

LHOSTE (J.). — **Les pulvérisateurs pneumatiques légers à moteur.** *Marchés tropicaux et méditerranéens*, Paris, 1959 (26 décembre), 15^e^ année, n° 737, p. 2999-3000, 1 fig.

Dans un précédent article (*Marchés tropicaux du Monde*, n° 669, 1958 (6 septembre), p. 2165-6), l'A. a donné une description succincte des appareils pneumatiques portables à dos d'homme : atomiseur-poudreuse combiné Blasator (AGRARBOR), combiné Delord Mono-Lutte (DELORD), KWH (KIENKENS WHIRLWIND-HOLLAND NV), Fontan (AMAC), Solo (KLEINMOTOREN GMBH).

L'A donne, dans ce nouvel article, une description succincte des appareils portables à dos d'homme suivants : Ulfatom 1 (ULYSSE FABRE), Atomados (TÉCALÉMIT), Delord t 20 (DELORD), Foudrier (GERMAIN FOUDRIER), Ato 75 (MOTO STANDARD), Boss (PLATZ), AS1 (SCHEFENACKER, ATELIERS PN GOETZMANN), Turbover (VERMOREL). Deux appareils montés sur châssis-brouettes, avec un réservoir de 50 l : Ulfatom 2 (ULYSSE FABRE) et Sulkyver (VERMOREL).

15-119

Etude des pâturages tropicaux de la zone soudanienne.

CHARREAU (C.), DOMMERGUES (Y.). **Pédologie.**

ADAM (J. G.). **Botanique systématique.**

DERBAL (Z.), PAGOT (J.), LAHORE (J.). — **Etudes expérimentales sur l'utilisation, l'exploitation, l'amélioration des pâturages naturels et la création de pâturages artificiels.**

Vigot frères, édit., 23, rue de l'Ecole de Médecine, Paris VI^e^, 1959, 1 vol. 21 × 27, 148 p., fig., deux cartes en couleurs, bibliographie abondante.

Cette étude comprend quatre parties.

a) Etude des sols du Centre de Recherches Zootechniques, p. 1-42.

b) Notes sur la biologie des sols du Centre Fédéral de Recherches Zootechniques de Bamako-Sotuba, Fédération du Mali, p. 43-8.

c) Contribution à l'étude floristique des pâturages du Soudan avec un index des familles et genres cités, p. 49-74.

d) Résumé synthétique des recherches faites au Centre Fédéral de Recherches Zootechniques de 1950 à 1957 sur les pâturages tropicaux de la zone soudanienne.

Conclusion de cette dernière partie :

« Les essais poursuivis depuis 1950 au CFRZ ont montré qu'il était possible de créer en zone tropicale des pâturages artificiels avec des moyens simples, tant du point de vue cultural que du point de vue botanique.

« Les souches d'origine locale, Graminées et Légumineuses, ont donné les meilleurs résultats, les espèces étant parfaitement adaptées aux conditions écologiques locales, caractérisées par une saison sèche d'une durée moyenne de huit mois et une saison des pluies, pendant laquelle les précipitations atteignent en moyenne 1.165 mm par an.

- « L'association du pâturage sur la prairie artificielle de juin à janvier, à la semi-stabulation le reste de l'année, au cours de laquelle les animaux reçoivent de l'ensilage et du fourrage récoltés sur la prairie

artificielle, est, à notre avis, une des solutions pratiques et rentables permettant l'entretien, près des grands centres et dans les zones de cultures industrielles, d'un cheptel en bon état et en pleine production.

« La prairie artificielle permet en outre l'engraissement de jeunes animaux de première qualité et leur vente à meilleur prix vers la fin de l'hivernage. »

Une carte pédologique et une carte botanique terminent l'ouvrage.

15 - 120

ARZELIES (H.), HENRY (J.). — **Milieux conducteurs ou polarisables en mouvement.** Gauthier-Villars, édit., 55 quai des Grands Augustin, Paris VI^e^, 1959, 1 vol. 16 × 25, 58 NF, 347 p., 87 fig.

Cet ouvrage fait partie des « Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien », à Rabat, dans la série des Sciences Physiques n° 5.

TABLE DES MATIÈRES

Préface. Introduction.

PREMIÈRE PARTIE : **Mouvements de translation.**

Chap. I : Milieux isotropes au repos dans un référentiel propre.
Chap. II : Milieux isotropes en mouvement uniforme.
Chap. III : Conducteurs en mouvement uniforme dans le vide.
Chap. IV : Milieux paraélectriques et paramagnétiques en mouvement uniforme dans le vide.

DEUXIÈME PARTIE : **Mouvements quelconques ; électromagnétisme dans un champ de gravitation.**

Chap. V : Equations du vide dans un référentiel quelconque.
Chap. VI : Milieux matériels au repos dans un référentiel quelconque.
Chap. VII : Référentiel tournant.
Chap. VIII : Aimant sphérique permanent en rotation uniforme.
Chap. IX : Aimant cylindrique permanent en rotation uniforme.

APPENDICES.

Appendice I : Grandeurs entraînées ; opérateurs superficiels.
Appendice II : Sur quelques points de calcul tensoriel.
Appendice III : Fonctions spéciales.
Appendice IV : Milieux anisotropes.
Appendice V : Nature des grandeurs ; unités.
Appendice VI : Notes diverses.

Auteurs cités en bibliographie. Index des notations. Table des matières.

II

EXTRAITS BIBLIOGRAPHIQUES

15 - 121

TOGLIANI (F.). — **I grassi della pula di riso.** (Les corps gras du son de riz) (fin). *Il Riso*, Milan, 1960 (jan.), p. 14-6, bibliographie de dix références.

L'huile de son de riz, grâce à ses excellentes qualités, peut être utilisée dans l'alimentation. Elle est inodore, insipide, de couleur jaune d'or, et dépourvue de cholestérol. Selon les données provenant d'Amérique du nord, elle est tout indiquée pour les fritures, car elle ne confère aucun goût aux aliments ; d'autre part, elle est plus économique, parce qu'absorbée en moindre quantité que les autres huiles végétales par les aliments.

Toujours aux Etats-Unis, on a entrepris des recherches sur l'emploi industriel de cette huile, comme anticorrosif, par exemple, en particulier dans les zones côtières où les métaux sont facilement attaqués. Dans la préparation des cosmétiques, cette huile est particulièrement appréciée.

Nous nous attacherons ici à d'autres emplois très intéressants, auxquels la littérature médicale a consacré de nombreuses pages et nous considérerons, d'une part les acides gras poly-insaturés, de l'autre la composition chimique de l'huile de son de riz.

On sait que les premières recherches sur l'activité des acides gras poly-insaturés concernent exclusivement les acides linoléique et linolénique, dont l'organisme ne peut faire la synthèse — ce pourquoi on les appelle essentiels — et qui se sont montrés capables de neutraliser certains symptômes de carence bien connus.

La grande importance biologique, définitivement reconnue aujourd'hui, des graisses essentielles, est exclusivement liée à leur structure moléculaire caractérisée par deux, trois, ou un plus grand nombre de doubles liaisons conjuguées dans une chaîne normale, de même qu'à la position de ces liaisons ; cette configuration de l'édifice moléculaire rappelle, en un certain sens, la caractéristique biologique des groupes méthyliques connus comme vitamines. C'est justement de cette structure que dérive la définition générique de vitagène F, attribuée au groupe des acides gras poly insaturés.

Si le mécanisme d'action de ces derniers n'a pas encore été mis clairement en évidence, il semble cependant qu'ils aient une influence déterminante et positive sur : les phosphatides, le mécanisme d'utilisation des graisses neutres, le dépôt de graisses du tissu conjonctif, la croissance, la protection de la peau, le fonctionnement des organes sexuels, la grossesse et l'allaitement. Ce sont là les résultats expérimentaux d'une longue série de recherches effectuées dans ce domaine par ROSEMBERG et H. M. SINCLAIR, qui ont apporté une importante contribution aux connaissances relatives aux effets des acides gras polyinsaturés. Plus récemment, d'autres chercheurs, parmi lesquels le professeur FINZI, ont montré l'action des acides gras essentiels dans le traitement générique des dyshépathies et en particulier celles de caractère toxique ayant une cause alimentaire ou allergique. Actuellement, l'emploi de ces acides gras s'étend au traitement et à la prévention des formes d'athéro-sclérose. Les observations d'un groupe de médecins de l'Institute for Metabolic Research d'Oakland (Californie) ont montré que des préparations à base d'acide linoléique déterminent une chute, parfois importante, du taux du cholestérol sanguin et des lipides plasmatiques.

On a constaté l'importance capitale du facteur hérédité dans l'apparition de l'arthéro-sclérose, mais on n'est pas encore arrivé à savoir si les acides gras polyinsaturés peuvent prévenir cette maladie ou bien seulement en atténuer les formes.

Les auteurs américains cités ci-dessus, à la suite d'observations effectuées chez les patients, affirment qu'on a de sérieuses raisons de penser que la diminution des lipides plasmatiques, grâce à un apport d'acide linoléique, est associée à des effets favorables, que ce soit pour la formation de plaques d'athéro-sclérose, que ce soit pour leur résorption. Le Pr. COPPO, dans son récent travail « La dietetica nell'aterosclerosi » aboutit aux mêmes conclusions.

Quelques médecins allemands sont plus prudents.

Mais ils affirment aussi qu'il est possible de réduire le taux du cholestérol sanguin grâce à des huiles végétales particulièrement riches en acides gras polyinsaturés. Ceci est confirmé par un récent travail de SCHETTLER et de EGGSTEIN, qui met particulièrement en évidence, ce qui nous paraît d'une grande importance, la spécificité des différents acides gras polyinsaturés et le rapport entre les teneurs en acides gras essentiels de différentes huiles végétales et le taux de cholestérol sanguin. Plus précisément, il s'agit du rapport entre ce dernier et l'indice d'iode des différentes huiles, ce qui est particulièrement intéressant, car on peut insérer dans cette série l'huile de son de riz, en raison du fait que l'aptitude à fixer l'iode est due aux acides gras non saturés qui s'y ajoutent dans la position des doubles liaisons.

Selon AHRENS, l'acide oléique ayant une seule double liaison, que KEY et KENDALL considèrent inactive, a une certaine action (action de transport), même si elle n'est pas aussi énergique que celle des acides gras ayant un plus grand nombre de doubles liaisons.

Nous avons tenu à montrer, serait-ce très brièvement, que la science médicale est unanime à reconnaître l'importance des acides gras poly-insaturés, aussi bien dans l'alimentation que dans le traitement de certaines maladies. Si, d'une part, le mécanisme de leur action n'est pas encore bien connu, ce qui est compréhensible, à cause des difficultés trouvées dans ce domaine par la recherche, de l'autre, il est absolument certain qu'elle a donné de brillants résultats.

Ces brèves constatations, et tout ce que nous avons dit au sujet des acides gras de l'huile de son de riz, nous permettent de ranger celle-ci parmi les huiles végétales « utiles ». En effet, d'après son nombre d'iode (100-103), le rapport entre les acides saturés (17 % environ) et les acides non saturés (83 % environ), et enfin la composition de ceux-ci (linoléique 36 %, oléique 46 % et linolénique 1 % environ), on ne peut que l'assimiler aux meilleures huiles végétales recommandées par les médecins. Il est évident que cette affirmation, que nous avons faite par déduction, doive être vérifiée par l'expérience.

Outre ces qualités, l'huile de son de riz en présente d'autres de caractère économique que nous avons déjà mentionnées : de prix modeste, elle est en outre inodore, insipide, d'une belle couleur. Il n'est pas nécessaire de lui ajouter d'autres produits pour la rendre appétissante, comme c'est le cas pour les huiles de lin, de coton et autres huiles.

Nous tenons aussi à faire une autre mise au point. On a tendance à considérer que l'huile de son de riz n'est pas un aliment pour les animaux très appréciable. Or, voici ce qu'écrit le Pr. MAYMONE au sujet du son déshuilé : « La valeur nutritive du son déshuilé est, d'après les données expérimentales, à peu près la même que celle du son entier ayant un taux de lipides élevé, grâce à sa digestibilité plus élevée. En outre, sa teneur en protides digestibles est environ le double de celle des sons entiers, car le déshuilage a modifié le pourcentage de ses composants et, par suite, amélioré la digestibilité des protides. Enfin, dans le son déshuilé, l'apport énergétique des extraits non azotés et des protides digestibles est élevé, tandis que dans le son entier l'apport d'énergie des lipides — qui est de 40 % — est excessif.

CARACTÈRES DE QUELQUES CORPS GRAS D'ORIGINE VÉGÉTAL

Corps gras	Indice d'iode	Acide oléique %	Acide linoléique %	Acide linolénique %	Acide linoléique + acide linolénique (2-3 doubles liaisons) %
Noix de coco	86/94	2	—	—	—
Olive	80/94	93	6	—	6
Sésame	103/112	72	15	—	15
Soja	121/138	60	25	5	30
Arachide	95	50	30	—	30
Son de riz	91/108	41	35	1	36
Œillette	134/143	30	65	5	70
Lin	170/190	5	80	15	95

15 - 122

DUMONT (R.). — **Le mouvement du « développement communautaire » en Inde*.** *Economie Rurale*, Paris, 1959 (juillet-septembre). Publié à nouveau dans *Problèmes Economiques*, Paris, nº 637, 1960 (15 mars), p. 13-7.

La situation alimentaire et démographique de l'Inde exige un développement agricole très rapide. Vers 1958, la population et la production de grain de la République d'après la partition avaient à peu près atteint les niveaux de l'Empire des Indes, de 1946. Mais le rythme de croissance de la population est plus rapide. Tous les ans sept millions d'habitants au moins s'ajoutent aux quelque quatre cents millions actuels. La tendance, dans l'accroissement de la production de grain pour la période 1953-58, semble être de l'ordre d'un million de tonnes par an, ce qui permet à peine le maintien des niveaux de consommation unitaires actuels. Il ne saurait être question de se contenter de cette stagnation.

Au printemps 1959, le prix des céréales était difficilement contenu par des taxations. Les importations alimentaires aggravaient une situation inquiétante des finances extérieures et compromettaient les possibilités d'achat de biens d'équipement. Une action agricole rapide était nécessaire.

Cette action est particulièrement difficile dans un pays où plusieurs séries d'obstacles s'opposent au progrès agricole.

De longues périodes de culture sans soins, avec des restitutions très insuffisantes, ont amené l'épuisement des sols en éléments fertilisants et en humus. L'érosion est, de ce fait, favorisée et, en de nombreuses régions, de grandes précautions sont nécessaires pour l'éviter.

La structure foncière est quasi féodale, caractérisée par l'importance du métayage et l'existence d'un grand nombre de tenanciers précaires dominés par des propriétaires, souvent absentéistes, consacrant une part trop faible de leurs revenus à des investissements productifs.

La structure sociale demeure fortement hiérarchisée avec subordination des basses castes, qui sont pratiquement exclues soit de la propriété du sol, soit du droit d'entreprendre certaines cultures riches et contraintes au travail gratuit en faveur des hautes castes (begar). Un mépris pour le travail manuel et la recherche, par trop d'éléments instruits, d'une sinécure administrative accentuent encore les défauts du système des castes.

Cette situation s'inscrit dans un contexte de pauvreté difficile à décrire. D'après l'Indian Statistical Institute, 50 % des habitants de l'Inde disposent d'un revenu quotidien inférieur à une demi-roupie (soit environ 50 fr.), 10 % seulement des habitants ont plus d'une roupie de revenu moyen par jour. Epargner et investir par le moyen des circuits monétaires classiques devient presque impossible dans ces conditions.

Ajoutons : la persistance de l'usure, la situation sanitaire défectueuse, l'importance du nombre des illettrés, les déprédations d'un troupeau bovin pléthorique et sous-productif, la chaleur du climat, l'irrégularité du régime des pluies, et nous aurons un tableau succinct des immenses difficultés du progrès agricole en Inde.

Devant une telle situation, il fallait entreprendre une immense action pour provoquer, jusque dans les villages les plus reculés, une transformation complète des esprits, une diffusion des méthodes améliorées de production, une accélération massive du rythme des investissements. Le programme de développement com-

* Le texte qui suit a été mis au point par D. R. BERGMANN à partir de notes prises pendant l'exposé de M. DUMONT le 9 juin 1959 et au moyen de documents inédits de l'auteur, qui a revu le texte que nous publions (NDLR de *Economie Rurale*).

munautaire devait être l'instrument de cette transformation.

Les principes du mouvement de développement communautaire

C'est intentionnellement que nous employons le terme mouvement de développement communautaire et non le mot programme. L'une des idées fondamentales est, en effet, que la participation résolue, l'enthousiasme même, des populations rurales est nécessaire pour provoquer le progrès. Pour sortir les campagnes de leur misère et de leur torpeur, il faut les efforts de tous les membres de chaque communauté villageoise. Il ne saurait être question d'apports du sommet ; c'est la base même qui doit bouger.

Les promoteurs du mouvement soulignent aussi qu'il doit y avoir action coordonnée faisant progresser la communauté dans tous les domaines. Une amélioration dans un seul secteur, telle l'introduction d'une variété nouvelle, serait vouée à l'échec s'il n'y avait pas fertilisation, meilleur travail du sol, maîtrise de l'eau améliorée. Ceci soulève le problème du reboisement, destiné à diminuer l'utilisation comme combustible de la bouse de vache, celui de l'irrigation et du drainage, celui de la santé publique, de la lutte contre la malaria, de l'approvisionnement en eau potable...

Mouvement de masse, mouvement coordonné, le développement communautaire doit avoir recours, pour provoquer des investissements, au travail volontaire (chramdan). Tout autre mode d'investissement est d'ailleurs difficilement concevable.

Tels sont les trois principes essentiels. En pratique, le développement communautaire implique la mise en place d'un réseau d'animateurs et une certaine infrastructure administrative. La nécessité de former des cadres d'animateurs et de vulgarisateurs a conduit à commencer l'action dans certains « blocs » de développement, chaque bloc groupant une centaine de villages. Sous l'autorité d'un block development officer, assisté de quelques spécialistes (agriculture, santé publique, coopératives, éducation, économie domestique, conseils de village, artisanat...) ; on trouve des moniteurs de village (village level workers ou gram sevak) qui doivent relayer jusqu'à la base les conseils. Tous les ans, on crée de nouveaux blocs et le plan prévoit que, vers 1963, l'ensemble du pays sera intégré dans ce mouvement.

L'organisation administrative manque d'efficacité

La tâche à accomplir est immense et il n'est pas étonnant que de nombreux obstacles s'opposent au recrutement et à la formation des dizaines de milliers d'animateurs et d'agronomes nécessaires. La grande majorité des gram sevak est d'origine urbaine et, dans de nombreux cas, ils n'ont accepté cet emploi que faute d'avoir pu trouver en ville un travail plus agréable et mieux rémunéré. Leur formation technique et pratique ne paraît pas de niveau suffisant. Elle se réduit souvent à des sessions de quelques mois, et l'efficacité de ces cours est diminuée, car leur programme n'est pas adapté aux besoins spécifiques de la région. Les collèges d'agriculture — qui devraient former les spécialistes au niveau du bloc et au-dessus — ne délivrent que onze cents à douze cents diplômes par an pour l'ensemble de la République. Et ce chiffre a plutôt diminué de 1951 à 1959.

La pénétration des idées nouvelles au village pose des problèmes complexes. Actuellement, les leaders suscités par le développement communautaire semblent recrutés, en proportion excessive, parmi les gros cultivateurs, ce qui risque d'accroître les tensions sociales. La suppression officielle de l'intouchabilité est encore loin de se traduire par la suppression de l'oppression des pauvres. Les gram sevak ont des connaissances trop théoriques et ne sont souvent pas capables de montrer aux agriculteurs comment exécuter pratiquement certains travaux, en particulier en matière de petite hydraulique et de défense contre l'érosion.

Il faut enseigner à tous ces vulgarisateurs la dignité du travail manuel, notion qui pénètre difficilement dans une société hiérarchisée, où ce travail reste méprisé. Trop souvent ces conseillers craignent de descendre dans la rizière pour ne pas mettre de boue à leurs souliers. La plus noble des activités est l'oisiveté totale, la plus dégradante, un travail commandé.

En outre, les moniteurs de villages sont trop absorbés par des tâches administratives et extra-agricoles. Ils s'occupent du nettoiement des villages, de santé publique, d'éducation, tâches qui devraient être assumées par les panchayats (ou conseils de village). Ils assurent la distribution d'engrais et de semences, alors que ce travail devrait être fait par des coopératives. Au niveau du bloc, le bureaucratisme est inquiétant, de plus les « administratifs » tendent à prendre le pas sur les « techniciens ». On constate d'ailleurs une rotation très rapide du personnel, ce qui entrave la continuité des efforts.

Toutefois les problèmes essentiels, au niveau du village ou du bloc, sont les problèmes d'investissements, plutôt d'absence d'investissements.

Les investissements sont orientés d'une manière défectueuse

Prenons comme exemple, un village du Punjab, aux abords de Nilokheri. L'un des investissements du programme de développement communautaire a été la construction de trop nombreux puits d'eau potable (problèmes des castes), chacun d'eux étant couvert d'une margelle trop large, ayant donc utilisé des quantités excessives de ciment. Or celui-ci manque pour rendre étanches les canaux d'irrigation, travail qui permettrait d'accroître les superficies irriguées et d'éviter l'accumulation, dans les bas-fonds, de quantités excessives d'eau.

Le village avait été doté d'une école en briques et tuiles. Mais les fenêtres étaient trop petites et trop hautes et les élèves, assis par terre, y voyaient mal. Sous ce climat, un bâtiment rustique entièrement ouvert du côté abrité, sinon l'ombre d'un arbre (vacances scolaires en mousson), aurait été préférable. La construction d'un bâtiment de communauté représentait une dépense prématurée, il est possible de se réunir à l'école.

Les rues du village avaient été pavées en briques cuites — ce qui représente un confort accru pendant les trois ou quatre mois de mousson. Mais une grande partie des champs souffrait de l'excès d'eau par suite de l'absence de tout système de drainage. Avec la même argile, le même travail et le même charbon, il eût été possible de fabriquer des tuyaux de drainage et d'assainir ces champs — cette amélioration conditionnant sans doute la rentabilité, jusqu'ici fort douteuse, de tous les autres progrès agricoles.

L'école était munie d'une potence pour les agrès et d'une glissière en acier, alors que le travail du sol, son ameublissement poussé, en vue de préparer un bon lit de semence, ne pouvaient se faire d'une manière satisfaisante par suite de l'insuffisance de l'outillage agricole — elle-même liée à la pénurie de métal, étroitement contingenté.

Depuis le second plan, il a été ordonné de mettre davantage l'accent sur les problèmes agricoles, mais les améliorations conseillées sont à peu près identiques pour tous les blocs.

Même au bloc de Gundlupet (Etat de Mysore), où le riz n'occupe que 2 % des terres cultivées, même là où les engrais ne sont pas disponibles en quantités suffisantes et où la maîtrise de l'eau n'est pas bien assurée, on conseille la « méthode japonaise de riziculture ».

Même au Kerala, où la demande est deux fois plus élevée que les possibilités de livraison, et alors que les chercheurs ont montré la supériorité fréquente des engrais verts sur les engrais chimiques, on conseille ces derniers.

Chaque bloc reçoit des crédits pour l'irrigation, même dans la zone côtière de l'Etat de Bombay déjà trop arrosée, alors que souvent rien n'est prévu pour le drainage.

Seul l'Etat de Bombay a, depuis 1958, commencé à rechercher quel était, dans chaque bloc, le problème prioritaire, le « goulot d'étranglement ».

Cette orientation uniquement dirigée d'en haut, qui rappelle la phase stalinienne, ne permet souvent pas de réaliser les améliorations les plus importantes pour chaque région. Elle peut laisser de côté le problème essentiel pour tel ou tel village. Ainsi près de Mandhya, entre Bangalore et Mysore, le village de Hosabudancor, largement surpeuplé et qui dispose maintenant d'irrigation par canaux pendant une longue période de l'année, n'utilise plus son vieux tank de 51 hectares. On ne transporte plus sur les champs les riches boues de curage de ce réservoir et, comme sa mise en culture n'est pas prévue dans les objectifs officiels, il sert exclusivement de pacage extensif... La distribution de ce riche sol aux harrijans * répugne aux notables, qui préfèrent garder le privilège de la propriété.

Peu ou pas de travail volontaire

Alors que le travail volontaire devrait constituer l'un des aspects essentiels du mouvement, il semble n'avoir été fourni qu'en très faible quantité. Toutes les catégories sociales de la population n'y ont pas participé en proportion analogue et certaines, les plus aisées, les hautes castes, se sont abstenues, au moins dans leur large majorité. Le nombre de jours de travail fourni semble avoir rarement atteint quelques unités par individu et par an. Et ce rythme de travail, déjà trop faible, ne paraît plus soutenu par le même enthousiasme qu'au début, de sorte qu'il va en décroissant et ne dépasse que rarement une demi-journée par an. Une proportion importante des villages visités ont déclaré n'avoir plus exécuté de « chramdan » depuis une, deux ou trois années. Venu avec l'intention de travailler personnellement sur un de ces chantiers, nous n'avons pu le faire faute d'en avoir rencontré un en activité.

La petite hydraulique est l'une des tâches, qui se prête le mieux à la mobilisation de ces « forces productives cachées » du travail saisonnièrement oisif. Or les réalisations en cette matière sont souvent faibles. Dans le bloc de Bolpur (West Bengal), il n'avait pas, lors de notre passage, été dépensé une seule des 200.000 roupies mises à la disposition du bloc pour ce seul chapitre de la petite hydraulique. Or, dans ce district, qui n'a que 4 % des terres consacrées à d'autres cultures que le riz, et une proportion encore moindre de double culture, de très grandes possibilités existent en cette matière.

Cette inaptitude à provoquer l'auto-investissement en travail est probablement plus grave encore que les erreurs dans la hiérarchie et l'ordre des interventions ou que les excès du bureaucratisme. Un énorme effort sera nécessaire pour animer les masses paysannes, pour leur faire comprendre que leur progrès ne peut venir que de leur propre effort, non de la sollicitude gouvernementale — même si ce gouvernement est maintenant indépendant.

La situation est loin d'être désespérée

Malgré la stagnation dans les disponibilités alimentaires, la lenteur des progrès agricoles, l'échec du mouvement de développement communautaire, il ne faut pas faire preuve d'un pessimisme excessif. Il existe, pour la plupart des régions visitées, une voie — souvent étroite et semée d'embûches, mais cependant nettement tracée — qui peut mener au progrès. L'objet de cette note n'est pas d'analyser en détail ces solutions, cela mènerait trop loin, mais quelques lignes d'action peuvent être esquissées.

Il n'est guère besoin de souligner l'importance des recherches agronomiques, dont les résultats doivent servir de base aux programmes de vulgarisation. La recherche appliquée ne doit pas être négligée. Il faut, en particulier, mettre au point, pour chaque région, les systèmes de culture les meilleurs. On ne semble pas attacher assez d'importance à ce problème capital.

Les critiques, formulées ci-dessus à l'encontre de certains aspects actuels du mouvement de développement communautaire, indiquent dans quel sens les programmes de vulgarisation pourraient être améliorés. Les moniteurs de village, recrutés en milieu rural, mieux formés, pourraient devenir les « sous-officiers — chefs d'équipes de travail » d'un « service local du Travail », sous la direction de spécialistes au niveau de bloc et du district.

Après l'hydraulique, une tâche aussi essentielle est la conservation des sols. Ce problème est intimement lié à toute une série de questions connexes. Il faut sans doute promouvoir l'utilisation des engrais et en accroître la production. Mais les engrais verts joueront probablement un rôle prépondérant dans l'amélioration de la structure des sols. L'engrais vert doit être cultivé en culture dérobée et certains d'entre eux (par exemple *Crotalaria striata*) peuvent donner, outre une partie enfouie, des tiges ligneuses servant de combustible. En y ajoutant le boisement, l'utilisation de la bouse comme combustible pourra être diminuée. Fourrage et bois sont deux problèmes liés. Si on plante — avec mise en défense des reboisements — les terrains de pacage ne méritant pas la culture, il faut produire ailleurs les aliments du bétail nécessaires.

Mais la défense des sols exigera aussi l'exécution de travaux de terrassements pour la confection de banquettes. Des économies substantielles pourront être obtenues, si on étudie soigneusement l'organisation des chantiers de terrassement afin d'en réduire le coût. L'exécution de ces travaux pourra être encouragée par des réductions d'impôts, des subventions, des prêts ou, dans les zones « en péril », rendue obligatoire.

Chacun reconnaît maintenant, en Inde, que la petite hydraulique doit recevoir une très haute priorité. Tous les villages, que nous avons étudiés, avaient des possibilités élevées dans ce domaine. En particulier, la plupart des tanks méritaient d'être curés et largement approfondis. Ce problème des tanks mérite d'être entièrement repensé, ce dont ne semble guère se préoccuper l'administration. Un trop petit nombre de ces tanks ont été curés par « chramdan ».

C'est pourquoi la plupart des travaux de petite hydraulique, profitant directement aux propriétaires intéressés, doivent être exécutés, ou plus souvent payés par chacun, au prorata de la surface desservie par l'ouvrage hydraulique intéressé et non sur la base des foyers. Il nous a été rapporté que, dans certains villages, les pauvres auraient, à peu près seuls, curé le tank, qui profite surtout aux riches !

Le drainage semble souvent essentiel et son importance ne paraît pas avoir été reconnue lors de la construction des grands canaux d'irrigation, au sujet desquels de nombreuses critiques ont été élevées. Chaque grand barrage devrait en effet être protégé contre l'érosion en amont, et donc contre l'envasement, muni de canaux de distribution allant jusqu'à chaque parcelle, complété par le réseau de drainage nécessaire.

Lorsque l'étreinte du besoin commencera à se dégager un peu, il sera possible de consacrer une plus large place aux cultures fourragères et, par là, d'accroître la ration de production des animaux, dont l'utilité est actuellement nulle ou même négative.

Ces mesures techniques, trop sommairement exposées, ne pourront être mises en œuvre, que si certaines conditions économiques sont remplies. Tels sont les problèmes de l'investissement en travail, de l'impôt, de la réforme agraire, du crédit, de la coopération (y compris la coopération de production) Nous ne pouvons les traiter ici.

⁂

Dans ce nécessaire progrès l'organisation du développement communautaire peut jouer un rôle essentiel. Pour cela, il lui faut gagner la confiance générale, en ne s'appuyant pas trop exclusivement sur les plus aisés du village, et en ne craignant pas de prendre parti contre les abus sociaux, les infractions aux lois les plus criantes comme le métayage au tiers de la récolte pour le laboureur, les usuriers ou les spéculateurs abusifs.

Ensuite elle doit rendre au technicien la place qu'il mérite dans la société moderne, en lui réservant un traitement au moins égal à celui de l'administrateur pur. Relevant la condition de l'agronome, elle pourra en recruter de meilleurs, et en nombre enfin satisfai-

* Sans caste.

sant. Un stage obligatoire d'un an au village, pour tout étudiant gradué d'un collège d'agriculture, comme gram sevak, donnerait, au développement communautaire, des cadres jeunes et dynamiques, et, au futur agronome, une irremplaçable formation pratique, qui en ferait plus tard, au laboratoire, sur le champ ou au bureau, un technicien plus utile qu'à présent.

Le développement communautaire doit rechercher un esprit nouveau, résolument social dans sa tendance, c'est-à-dire protégeant réellement les pauvres, solidement appuyé sur une meilleure base technique et déterminant, au point de vue de l'économie, de l'efficience immédiate et, à plus long terme, sur la production, l'ordre de priorité de ses actions, de ses investissements. Il ne peut entreprendre utilement tout à la fois, et doit choisir.

L'efficience maximum ne peut être atteinte par un programme identique dans toute l'Inde car, dans des conditions naturelles et humaines si diverses, l'ordre de priorité n'est pas le même partout. Ce qui implique une décentralisation, plus d'initiative et de responsabilité à la base, mais exige aussi des cadres plus compétents, car ils cesseront alors d'être de simples exécutants.

Si le développement communautaire ne réussissait pas rapidement à accroître son efficience, à contribuer plus vite au progrès de l'économie rurale indienne, son existence même, le principe qui a présidé à sa création, viendrait forcément, un jour ou l'autre, à être mis en cause. Le délai qui lui est laissé pour réaliser son rétablissement ne nous semble pas très important. En 1958, la Chine aurait récolté par tête (chiffres rectifiés du 26.8.59) presque le double des « foodgrains » des Indes.

15 - 123

GOODING (H. J.). — **West Indian *Dioscorea alata* cultivers.** (Variétés culturales de *Dioscorea alata* aux Indes occidentales, *Tropical agriculture*, St. Augustine, 1960 (jan.), vol. 37, n° 1, p. 11-30, fig., bibliographie de dix-neuf références.

L'A. établit une classification des variétés de *Dioscorea alata* parmi les formes cultivées à Trinidad, Tobago, Les Barbades, St-Vincent, Mont Serrat et La Jamaïque. Elles ont été mises en collection à partir de 1956 à l'ICTA (Imperial College of Tropical Agric.). L'A. donne d'abord une clé de classification s'appuyant principalement sur les caractères foliaires, et secondairement, pour les types pour lesquels ce premier caractère est insuffisant, sur les caractères des tubercules. Ainsi les diverses formes culturales sont classées en seize variétés qui sont décrites :

1) BARBADOS :

Tiges marbrées de pourpre à la base et jamais épineuses. Les ailes sont rougeâtres sauf sur les très jeunes tiges, où elles sont translucides. Les auricules des lobes basaux de la plupart des feuilles sont dressées à angle droit. Angle entre les nervures des lobes basaux généralement de 35° à 45°. Les pétioles sont verts. Les tubercules sont cylindriques à globulaires et sont recouverts d'une pellicule noire avec très peu de racines. Immédiatement en dessous du périderme, la chair est souvent légèrement rose tandis que le reste de l'enveloppe subéreuse est blanc. Les tubercules peuvent être emmagasinés sans dommage pendant cinq mois. Cette espèce peut se récolter mécaniquement.

2) HUNTE :

Les tiges sont marbrées de pourpre à la base et jamais épineuses, les ailes sont bordées de pourpre. Les feuilles sont vert pâle et concaves avec une bordure transparente, les lobes basaux sont souvent pointus. L'angle des nervures des lobes basaux varie de 40 à 70°. Les pétioles ne présentent pas de pigmentation anthocyanique, mais celle-ci se rencontre sur les stipules légèrement rougeâtres. Les tubercules sont ordinairement libres de toute racine et, à moitié de leur hauteur, divisés pour former de larges « doigts » qui quelquefois s'étendent à angle droit. L'enveloppe subéreuse est d'une couleur crème, teintée de verdâtre à l'occasion, la chair est blanche. Les tubercules peuvent se conserver tendant cinq mois. La variété peut produire quelquefois des tubercules aériens. La plante présente un très fort rendement, mais elle a tendance à être trop profondément « enracinée » pour une récolte mécanique.

3) BOTTLENECK LISBON :

La base des tiges est légèrement marbrée et sans épines, les ailes sont faiblement bordées de pourpre. Les lobes basaux des feuilles sont légèrement pointus à arrondis et se chevauchent. Le limbe est plat et a une bordure légèrement rougeâtre. Les angles des nervures des lobes basaux sont très variables, d'environ 40 à 50°. Les aisselles des feuilles sont verdâtres dans la région adaxiale.

Les tubercules ont souvent 30 cm de long avec un long « cou » et sont digités, ils sont moyennement recouverts de racines. L'enveloppe subéreuse externe est crème et la chair blanche.

Le « White Lisbon » est sélectionné dans cette igname comme espèce à enracinement superficiel.

4) GINGER :

Cette espèce est caractérisée par une tige principale, épineuse et marbrée magenta * dans sa partie inférieure, et ayant quatre à sept ailes sauf à la base, qui en est dépourvue. Les feuilles sont vert foncé et dures, avec un large sinus ; elles ont souvent une bordure magenta *. Les très jeunes feuilles ont un sommet aigu et noirâtre. L'angle des nervures des lobes basaux des feuilles typiques varie entre 80° et 100°. Les feuilles sont souvent plus larges que longues.

Les tubercules sont recouverts de très nombreuses racines, donc inutilisables pour le commerce. L'enveloppe subéreuse externe est jaune pâle, la chair est blanche. Des tubercules aériens et de forme légèrement irrégulière se forment.

5) LONG FINGER :

Les parties aériennes sont semblables à celles du Ginger, elles sont seulement plus vigoureuses. Les tubercules ont souvent 45 cm ou plus de long ; ils comprennent un « cou » de 30 cm, qui, à l'occasion, pousse hors du sol, et qui est terminé par des doigts longs et fins. Ils ont de nombreuses racines. L'enveloppe subéreuse externe est légèrement rose, la chair blanche. Le rendement moyen n'est que de 1 à 4 kg par plante ; celle-ci est inutilisable parce qu'habituellement « enracinée » trop profondément.

6) COCONUT LISBON :

En raison des grandes différences qui distinguent des autres variétés 4, 12 et 5, ces variétés ne sont peut-être pas à classer dans l'espèce *D. alata*.

7) HORN :

La base des tiges est quelquefois légèrement marbrée de pourpre, mais jamais armée. Les lobes basaux des feuilles ne se chevauchent pas et le limbe est notablement plat. Les vieilles feuilles ont souvent un reflet argenté et la plupart ont une bordure hyaline. Les feuilles sont longues et ont un angle de lobe basal de 50 à 60°. L'aisselle des feuilles est souvent d'un gris sombre mais seulement dans la région adaxiale.

Les tubercules ont de 30 à 45 cm de long et de 3 à 6 cm de diamètre ; ils sont habituellement cylindriques et courbes mais quelquefois droits. L'enveloppe subéreuse externe va ordinairement du blanc au jaune pâle, mais quelquefois celle-ci est rose, la « chair » est blanche. On cultive « Horn » au ICTA. Son rendement est faible (250 g par plante). Cette espèce est précoce. Un sol riche, friable et profond est nécessaire au développement complet de ses tubercules. Commercialement, elle est inutilisable, quoique facilement emmagasinable et de bonne qualité culinaire.

8) WHITE LISBON :

La tige principale est très légèrement marbrée mais jamais armée. Les feuilles sont striées entre les ner-

* Cramoisi rouge.

vures principales, les lobes basaux se chevauchent rarement mais, généralement, l'un est plus long que l'autre de 2 à 3 mm. Cette différence de longueur de lobes basaux est commune à la plupart des espèces décrites mais jamais si prononcée que pour le White Lisbon. Les feuilles ont 10 à 16 cm de long et 6 à 11 cm de large. L'angle des nervures du lobe basal varie de 35 à 55°. Les pétioles sont grisâtres et quelquefois magenta, seulement dans la région adaxiale.

Les tubercules peuvent être très différents de forme, mais ils ont presque toujours moins de 30 cm de long. Le « cou » des tubercules va de 2 à 3 cm à 7 ou 8 cm (de longueur) et la partie principale des tubercules peut prendre la forme d'un doigt. Un spécimen typique a un cou de 5 cm se divisant pour former deux à trois parties semblables à un doigt et a une longueur totale de 20 cm. L'enveloppe subéreuse externe est d'un blanc crème et la chair est blanche.

Les rendements donnés ont été très variables (150 g à 4 kg par plant), sans doute en raison de l'emploi de différentes fractions du tubercule comme semenceaux. Mackie en 1925 a montré que les morceaux pris dans la partie supérieure de la tige pérenne ou « tête » de l'igname ont un rendement supérieur. Il semble que celà soit dû en partie aux bourgeons adventices qui poussent plus rapidement dans cette région que dans les autres.

Cette variété culturale s'emmagasine très bien pendant cinq ou six mois, elle est agréable au goût et d'un fort rendement. White Lisbon étant très largement cultivé, on essaye de déterminer si quelques différences génétiques significatives existent dans la capacité de rendement des différents clones de cette variété culturale.

9) Wild :

La base de la tige principale est quelquefois légèrement épineuse, marbrée de pourpre et arrondie. Les vieilles feuilles sont franchement dures et leurs lobes basaux quelquefois se chevauchent, quoique l'angle des nervures de ces lobes augmentent avec l'âge, comme c'est le cas pour les autres variétés culturales. Les feuilles sont habituellement bordées de rouge ou hyalines et les nervures principales des lobes basaux, à la face inférieure des feuilles, sont généralement roses et ailées.

Les pétioles sont magenta sombre, seulement aux aisselles des feuilles, cette pigmentation entoure le pétiole d'une façon tout à fait différente des autres variétés culturales déjà décrites.

Les tubercules poussent tout droit, 50 cm ou plus, et possèdent de nombreuses racines ; en coupe transversale ils ont des arêtes irrégulières. La couleur de l'enveloppe subéreuse externe varie du rose au jaune et au blanc. En général, le périderme est rose et la chair orange.

En culture commerciale les rendements sont souvent de 4 à 5 kg par plante.

Les nombreuses sélections de cette variété culturale diffèrent par la forme plus ou moins anguleuse des tubercules en coupe transversale, mais toutes possèdent des tubercules profondément enterrés, qui rendent toute récolte mécanique impossible. Toutes sont à maturité tardive et portent des bulbes aériens.

10) Sweet :

On ne rencontre cette variété culturale qu'à la Jamaïque. La pigmentation des tiges est semblable à celle de Wild. L'angle des nervures principales des lobes basaux arrondis est généralement de plus de 65° et dépasse quelquefois 90°. Les tiges principales ne sont pas marbrées, et n'ont pas d'épines.

Les pétioles sont nettement magenta aux aisselles des feuilles mais rarement pigmentés à la jonction limbe-pétiole.

Les tubercules se distinguent par le fait qu'ils sont multiples. Ils peuvent être arrondis ou légèrement striés, l'enveloppe subéreuse externe et la chair sont blanches. A la Jamaïque les tubercules de cette variété culturale, grâce à leurs excellentes qualités culinaires, remplacent avantageusement, dit-on, ceux de *D. trifida*.

11) Oriental :

Les tiges ne sont jamais marbrées ou épineuses. Les feuilles sont beaucoup plus petites que celles de la plupart des autres variétés culturales, et sont d'un vert plus foncé que White Lisbon. L'angle des nervures du lobe basal est rarement inférieur à 70° et souvent supérieur à 100°.

Les pétioles sont d'un magenta brillant côté tige et d'un magenta pâle côté limbe, une tache rouge se trouve généralement sur le sinus de la feuille.

Les tubercules ont très peu de racines et sont typiquement ovoïdes avec une peau épaisse, l'enveloppe subéreuse externe va du rouge au magenta, la chair est blanche. Ils ont des formes différentes suivant le milieu : dans des conditions de sécheresse ils ont habituellement 20 cm de long et 10 cm au maximum de diamètre, mais en terrain fertile et humide ils peuvent atteindre 30 cm de long. La période de maturité est un peu plus longue que pour White Lisbon mais, par rapport aux autres variétés culturales pigmentées étudiées ils peuvent être plantés plus tôt à cause de leur germination précoce en magasin.

Cette variété culturale est commercialement une bonne espèce et souvent importée des Barbades à Trinidad.

12) Wild Red :

Les tiges basales sont marbrées, pourpre foncé et épineuses. Les feuilles sont grandes, vert foncé, solides, les lobes basaux ne se chevauchent jamais. Les pétioles sont rouge sombre, aux extrémités on trouve une tache rouge sur le sinus de la feuille. Les parties aériennes sont assez semblables à Long Finger sauf pour la pigmentation.

Comme pour Wild les tubercules sont très profondément enracinés, mais ils ne sont généralement pas anguleux et à l'extrémité distale se trouvent deux ou trois doigts. L'enveloppe subéreuse externe est pourpre et la chair est, en général, d'un orange pâle surtout près de la « tête », où les deux couleurs sont plus intenses.

13) Butterfly :

Les ailes des tiges inférieures marbré pourpre sont souvent transformées en épines. Les feuilles sont vert foncé avec des lobes basaux arrondis, qui ne se chevauchent jamais, les bordures vont du rouge au hyalin et les nervures sont souvent rouges. Les pétioles sont magenta aux deux extrémités, une tâche rouge se trouve sur le sinus dont l'angle est grand. Il y a des bulbes aériens.

Les tubercules ont souvent 30 cm de long et la forme d'un doigt, ils ressemblent surtout au Moonshine, sauf, pour la pigmentation, qui est d'un pourpre beaucoup plus sombre sur l'enveloppe subéreuse externe. Ils sont tous bien recouverts de racines.

14) St. Vincent Red :

Le feuillage est pratiquement identique à celui de Moonshine, mais les tubercules ont une chair rouge à magenta foncé et ils semblent beaucoup moins profondément « enracinés » que ceux de Moonshine, mais ils ont la forme de doigts. Les tubercules germent précocement en magasins.

15) Red Cane :

Les tiges ne sont pas armées et sont légèrement marbrées de pourpre. Les pétioles sont magenta à la jonction de la feuille et de la tige. Les lobes basaux des feuilles se chevauchent rarement. Les tubercules sont longs et cylindriques.

16) Moonshine :

Les tiges inférieures de cette variété culturale sont quelquefois marbrées de pourpre mais jamais armées. Les ailes des tiges sont magenta. Toutes les feuilles, excepté les plus vieilles, ont une tache rouge sur le sinus et les lobes basaux se chevauchent généralement. Les bordures des feuilles vont du rouge pâle au hyalin. L'angle des nervures des lobes basaux varie habituellement de 0 à 20°. A la jonction des tiges, les pétioles sont d'un magenta brillant et vont du rose au magenta clair à leur jonction avec le limbe. Les tubercules sont très digités et l'enveloppe subéreuse

externe est rouge ; cette couleur est visible à travers le périderme lorsque le tubercule est fraîchement lavé, la pigmentation étant plus fortement concentrée autour des bourgeons adventices. Les tubercules germent précocement en magasin et sont facilement endommagés pendant la récolte, par suite de leur forme. Souvent des bulbes aériens se forment.

Cette variété culturale est largement cultivée dans les petits jardins de l'ouest caribéen, sans doute par suite de son rendement élevé.

Quelques variations existent dans la pigmentation chez les différents clones mais la variété culturale est facilement reconnaissable. Elle est inutilisable pour la culture mécanisée.

Diverses mensurations ont été faites sur des feuilles typiques situées à une hauteur déterminée et sur des plants de trois mois et de cinq à six mois. Les données obtenues : rapport foliaire (longueur sur largeur), longueur du pétiole, angle des nervures des lobes basaux ne permettent pas de distinguer complètement les diverses formes culturales étudiées.

Les caractères des tubercules utilisés pour la distinction des formes culturales sont : la profondeur de l'enracinement et la forme : globuleuse, long « cou », digitation plus ou moins abondante.

On remarque que les variétés les plus productives sont les meilleures.

15 - 124

PIACCO (R.). — **Prove sul trapianto del riso influenza del grado di investimento unitario di piantine sulla produzione in granella.** (Essais de repiquage du riz. Influence du nombre de plants par poquet sur la production de grains). *Annali.* 1955 (vol. III), Stat. Exper. de Rizic. et Cult. irriguées de Vercelli, Italie, p. 57-66, 4 fig.

Dans un précédent travail * portant sur plusieurs années d'essais de repiquage du riz, nous avions étudié, en particulier, l'influence du nombre de plants par poquet sur la production unitaire et sur le développement des plants. Les recherches avaient été effectuées sur terrain moyennement compact de prairie.

Il fallait réaliser de nouveaux essais sur d'autres sols ayant porté d'autres cultures et l'on choisit, en 1954, un terrain qui venait de porter du blé, en s'attachant exclusivement à étudier la densité de repiquage du riz.

Les essais précédents avaient démontré, à plusieurs reprises, que la densité optimale, lorsqu'il s'agissait d'un repiquage fait en temps opportun, à raison de vingt-cinq poquets de jeunes plants par mètre carré (20 × 20 cm de distance) était de cent cinquante à deux cents plants, donnant trois cents à quatre cents tiges fertiles et un rapport de tallage de 1 à 2. Ils avaient aussi prouvé que, dans les conditions étudiées, le repiquage — même s'il donne parfois un rapport de 25, lorsque le plant dispose d'un quart de mètre carré (quatre jeunes plants par m² à 50 cm d'intervalle, permettant d'obtenir cent talles par m²) — demande une densité plus grande, de façon à ce que le tallage soit le plus faible possible, avec un rapport d'environ 1,5.

RÉALISATION DE L'ESSAI :

C'est à Chiappona di Mortara, dans la propriété de M. L. GREGOTTI, que l'expérience a été effectuée :

terrain : alluvionnaire meuble ;

précédente culture : blé ;

variété de riz : Americano 1600, degré de pureté de la sélection : 999,5 ‰ ;

pépinière : semis le 10 mai, à raison de 18 q/ha de graines, dans une rizière de deux ans ; après désherbage, les jeunes plants ont été arrachés le 24 juin, à l'âge de quarante-cinq jours, leur taille atteignant 35 cm ;

repiquage : le 24 juin, dans le terrain inondé ayant reçu auparavant 2 q/ha de cyanamide calcique ;

parcelles : bandes de terrain comportant trois lignes de jeunes plants à 20 cm, longues de 6,40 m ;

densités : six différentes densités, soit 25-75-150-225-300-375 jeunes plants par mètre carré, avec respectivement 1-3-6-9-12-15 plants par touffe, à 20 cm l'un de l'autre sur la ligne ;

répétitions : cinq blocs au hasard ;

climat : la campagne rizicole 1954 a été caractérisée par un temps pluvieux et de faibles températures ; la maturation a donc été très tardive et ce n'est qu'en fin de saison qu'un beau temps exceptionnel a permis une excellente récupération des plants ;

observations : rien d'exceptionnel ; végétation érigée et saine ; aucun dommage dû aux animaux (courtilières, mulots, oiseaux, etc.) ;

récolte : ont été éliminées les lignes latérales de chaque parcelle, de même que la première touffe des deux extrémités ; on n'a étudié que la production de la ligne centrale. Le riz a été séché à l'air et égrené à la main avec le maximum de soins.

RÉSULTATS :

La production de grains. Avec le matériel récolté, on a effectué les opérations suivantes : comptage du nombre de tiges fertiles, pesée du produit séché, présentant 14,6 % d'humidité, biométrie du grain.

L'analyse statistique a été réalisée suivant la méthode courante des essais avec blocs au hasard.

Pour le total des parcelles :

$(N - 30) : \Sigma (x^2)$ - F. C. 5.531

F. C. ou facteur de correction : $\frac{\Sigma (x)^2}{N}$ —

Pour les différentes densités :

(nombre de blocs b = 5) $\frac{\Sigma (x)^2}{b}$ — F. C. = 3.997.

Pour les blocs :

(nombre de densités d = 6) : $\frac{\Sigma (x)^2}{d}$ — F. C. = 650

L'analyse de la variance est donc :

Variations dues aux	G.L. a	Valeurs obtenues b	Variance b : a	F T/B ; E	σ
Densités	5	3.997	799,4	18,06	—
Blocs	4	650	162,5	3,86	—
Erreur	20	884	44,2	—	6,64
Total.....	29	5.331	—	—	—

En consultant les tables de Snedecor, on trouve pour P. 0,01 = 4,10 et P. 0,05 = 2,71. Comme on a obtenu pour l'essai F = 18,06 une valeur bien supérieure aux deux premières valeurs, on doit conclure que l'expérience est hautement significative ; on peut donc effectuer l'analyse pour établir le degré de signification des différences trouvées entre les moyennes des densités.

L'erreur standard d'un essai est $\sigma = \sqrt{44,2} = 6,64$.

L'erreur standard d'une moyenne est par conséquent :

$$E_m = \frac{\sigma}{\sqrt{b}} = \frac{6,64}{\sqrt{5}} = 2,96$$

Selon le tableau de Student, pour 20 degrés de liberté, on relève des valeurs de P. 0,05 = 2,086 et P. 0,01 = 2,845, par conséquent :

$$E_m \cdot \sqrt{2} \cdot t = 2,96 \cdot \sqrt{2} \cdot 2.086 = 8,719 \text{ q}$$

$$2,96 \cdot \sqrt{2} \cdot 2.845 = 11,08 \text{ q}$$

Les valeurs minimales, pour que les différences soient significatives ou très significatives sont :

P 0,01 = 11,08 q
P 0,05 = 8,71 q

* PIACCO (R.) — Il trapianto del Riso. Cahier n° 34, 1953.

Les différences entre les productions obtenues avec les densités expérimentées sont :

II — I = 62,0 — 45,0 = 17,0 (très significative)
III — II = 72,3 — 62,0 = 10,3 (significative)
IV — III = 75,4 — 72,3 = 3,1 (non significative)
V — IV = 80,5 — 75,4 = 5,1 (non significative)
V — VI = 80,5 — 77,6 = 2,9 (non significative)
V — III = 80,5 — 72,3 = 8,2 (significative)

L'analyse mathématique peut être complétée par l'examen de la courbe suivante :

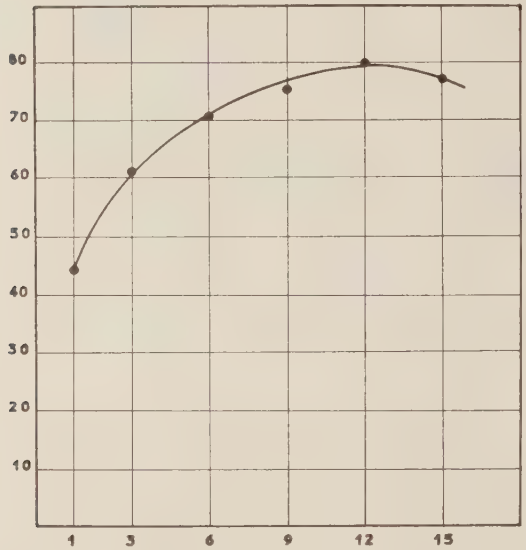


Fig. 1. — Production (quintaux de grains à l'hectare) suivant la densité de repiquage du riz (de un à quinze plants par touffe), lorsque les touffes sont à 20 cm d'intervalle.

Si, avec les données moyennes de production, on obtient la courbe régulière observée, il est cependant possible de mieux corriger certaines valeurs obtenues expérimentalement, de la façon suivante :

Densité (nb de plants par touffe)	Valeurs expérimentales q/ha	Valeurs corrigées q/ha	N.I.
1	45,0	45,0	57,0
3	62,0	62,0	78,0
6	72,3	72,3	91,6
9	75,4	77,0	97,5
12	80,5	79,0	100,0
15	77,6	77,6	97,3

Si on donne la valeur 100 à la production unitaire maximale obtenue avec douze plants par touffe, les autres valeurs présentées dans la dernière colonne du tableau ci-dessus sont évidemment inférieures.

Les résultats sont les suivants :

a) la production unitaire maximale a été obtenue avec douze plants par touffe ;

b) des densités un peu plus fortes ou un peu plus faibles, c'est-à-dire de neuf à quinze plants, réduisent de très peu la production ; elles sont donc acceptables si l'on a des raisons spéciales de les adopter ;

c) des densités de six, trois et un plant par touffe ne doivent pas être adoptées, car les productions sont trop faibles.

Si on compare ces résultats avec ceux des précédents essais, on s'aperçoit qu'ils concordent. Donc les essais se confirment mutuellement.

Il faut observer que ces résultats concernent un repiquage effectué dans une terre à blé, peu de temps après la récolte, comme c'est l'habitude pour les repiquages. Même pour des repiquages de ce genre il n'est donc pas nécessaire d'opérer avec un grand nombre de plants par touffe : avec quinze plants on observe déjà une diminution de la production et on sait que certains riziculteurs mettent jusqu'à vingt à vingt-cinq plants par touffe.

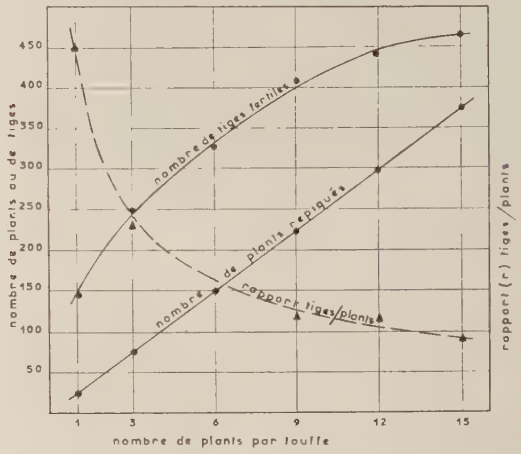


Fig. 2. — Tallage du riz suivant le nombre de plants par touffe.

TAILLE DES PLANTS DE RIZ MÛRS

Différentes densités	Nb de plants par touffe	Taille en cm des plants de chaque bloc				
I	1	115,4	121,2	114,8	118,9	117,0
II	3	122,1	119,8	118,0	120,1	120,1
III	6	117,9	119,5	119,9	118,2	118,6
IV	9	116,6	118,7	118,1	119,3	117,5
V	12	118,0	116,9	118,9	118,1	119,3
VI	15	118,6	118,0	115,7	117,3	117,4

Dans le tableau ci-dessus sont présentées les tailles des plants, mesurées pour chaque touffe, depuis le sol jusqu'au sommet de la plus haute panicule. Il ne s'agit donc pas de la taille moyenne des tiges, qu'il serait très difficile de calculer. Cependant ces données, bien qu'obtenues rapidement sont suffisamment expressives, d'autant plus qu'il s'agit seulement d'évaluer les grandes variations de la taille avec le nombre de plants par touffe.

Ces données ne montrent aucun rapport entre la densité des plants et leur taille. On peut en conclure que les différences, qui sont de l'ordre de 2 cm, sont attribuables au hasard. Il est donc inutile de faire une analyse statistique.

TALLAGE

Différentes densités	Nb de plants par poquet	Nombre de tiges fertiles					
		1	2	3	4	5	M
I	1	140	171	155	132	148	149,2
II	3	227	272	246	240	238	244,6
III	6	339	367	356	330	341	326,6
IV	9	400	411	434	420	366	406,2
V	12	443	430	443	437	438	438,2
VI	15	450	468	485	460	460	464,6

Le tallage a été mesuré d'après le nombre de tiges fertiles par mètre carré.

L'analyse mathématique donne $\sigma = 59,59$, $E_m = 2,66$ et les différences significatives minimales suivantes : entre deux moyennes :

P 0,01 = 10,65 q
P 0,65 = 7,84 q

En comparant les valeurs on obtient les différences suivantes :

II — I	244,6 —	149,2 =	95,4	(significative)
III — II	326,6 —	244,6 =	82,0	—
IV — III	406,2 —	326,6 =	79,6	—
VI — V	464,6 —	438,2 =	26,4	—

Les valeurs extrêmes du tallage ont donc été de 149,2 tiges/m² avec un plant par touffe et 464,6 tiges/m² avec quinze plants. Le coefficient de tallage (rapport entre le nombre final de tiges fertiles et le nombre de plants) a été de 6,0 avec un plant et 1,2 avec quinze plants. Le tallage correspondant à la production unitaire maximale de grains a été de 438,2 tiges (pour trois cents plants à raison de douze par touffe) et le coefficient de 1,5.

Ces données sont très intéressantes car elles montrent qu'on obtient les plus fortes productions, lorsqu'on n'oblige pas la plante à effectuer un travail excessif de tallage. Dans nos conditions de culture, le riz, par le tallage, peut quintupler ses tiges, mais au détriment de la production de grains. Il vaut donc mieux n'obtenir qu'une augmentation de 50 % des unités repiquées.

Ces résultats concordent aussi avec ceux de nos précédents essais.

III

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

SOL

Propriétés chimiques

***15*-125**

HART (M. G.). — **Sulphur oxidation in tidal mangrove soils of Sierra Leone.** (Oxydation du soufre dans les sols de mangrove soumis à la marée en Sierra Leone). *Plant and Soil*, The Hague, vol. XI, nº 3, 1959 (sept.), p. 215-36, graph., bibliographie de vingt-trois références.

Les sols de mangrove soumis à la marée contiennent environ 17 mg de soufre oxydable, dans le sol sec, dont 9 g insoluble dans l'acétone. Les échantillons montrent une grande variabilité entre eux à ce sujet. On a montré que cette variabilité était due à ce que le bois en décomposition dans le sol est fortement imprégné de soufre oxydable, dont une grande proportion est insoluble dans l'acétone. On pense que cette fraction est constituée par les polysulfures.

Quand le sol est sec, son pH descend à 3,0-2,4, du fait de l'activité des bactéries oxydant de soufre. Quand le pH tombe au-dessous de 3, une rapide diminution du nombre des micro-organismes se manifeste et on pense que celà est dû à l'accroissement du fer ferrique disponible, qui se manifeste aussi à ce degré d'acidité.

CO_3Ca a deux effets principaux sur l'oxydation du soufre, un sur les bactéries oxydant ce soufre, accroissant ou diminuant l'oxydation selon que la valeur du pH se trouve dans ou hors de leur zone d'activité et un effet inhibiteur sur l'oxydation des pyrites.

Les résultats indiquent que les pyrites ne sont pas oxydées au-dessus de pH3 et qu'elles n'interviennent pas dans la formation des acides. On pense que l'oxydation des pyrites, dans les conditions expérimentales, est une réaction chimique faisant intervenir les ions ferriques. Ce problème de l'oxydation des pyrites demande des investigations complémentaires.

PHYTOLOGIE

Ecologie

***15*-126**

PEARSON (G. A.), BERNSTEIN (L.). — **Salinity effects at several growth stages of rice.** (Influence de la salinité sur le riz à divers stades de développement). *Agronomy Journal*, Madison, 1959 (nov.), vol. 51, nº 11, p. 654-7, fig., bibliographie de huit références

L'influence sur le riz de divers degrés de salinité de l'eau d'irrigation obtenue par adjonction à l'eau déminéralisée de chlorures de calcium et de sodium, en quantité variable et mesurés par la conductivité des solutions du sol, a été étudiée dans des cultures en vase de végétation. La variété Caloro a été utilisée.

De faibles niveaux de salinité (2-3 mmho), au début et à la fin du tallage, diminuent le rendement dans les mêmes proportions mais de façon non significative par rapport au témoin. Après un faible degré de salinité, un degré moyen (4-5 mmho), imposé progressivement aux plus jeunes stades de développement, diminue la croissance de 15 à 55 % par rapport au témoin ; cependant, comparé à un faible degré de salinité pendant toute la période de croissance, un degré modéré de salinité ne provoque une forte diminution de croissance que si cette salinité est maintenue pendant toute la période de développement.

On observe une diminution significative du rendement avec une salinité de 7 à 8 mmho pendant la fin du tallage, et avec une salinité de 4 mmho au début du tallage, même s'il n'y a pas d'accroissement de salinité dans les derniers stades.

Les maximum de salinité acceptables pour les trois stades de développement sont : début du tallage 3 mmho, fin du tallage 4 mmho, épiaison 8 mmho.

D'autre part un faible taux de salinité a un effet d'autant plus dépressif sur le rendement qu'il intervient plus tôt dans le développement de la plante, mais cet effet n'est pas dû seulement à la plus grande durée d'action de la salinité. Pour des salinités moyennes égales, celles appliquées au tallage diminuent deux fois plus le développement des plants que celles appliquées à l'épiaison.

La relation entre le développement du riz et la salinité peut être exprimée par une équation de régression multiple faisant intervenir les salinités aux divers stades de développement.

***15*-127**

DAS (T. M.), CHOUDHURY (J. M.). — **The effect of light on translocation of hydrolysed substances from endosperm to embryo and increase of dry weight in rice seedlings.** (Influence de la lumière sur le transport des substances hydrolisées de l'endosperme vers l'embryon et sur l'augmentation du poids de matière sèche dans les plantules de riz). *Current Science*, New Delhi, vol. 29, nº 2,

1960 (février), p. 64-5, bibliographie d'une référence.

Les substances de réserve de l'endosperme après hydrolyse migrent vers l'embryon au cours de la germination, d'autre part l'obscurité ou un très faible éclairement ont une influence marquée sur l'élongation de la plantule. Les A.A. ont recherché si cette forte élongation s'accompagnait d'une augmentation du poids sec donc d'une activation de la migration des substances continues en réserve dans l'endosperme.

Les traitements : 1) obscurité continue,
2) cinq minutes de lumière par jour,
3) jours courts,
4) jours longs,
5) cinq minutes d'obscurité par jour,
6) lumière continue,

ont été comparés.

Dès les premières quarante-huit heures, le poids sec des coléoptiles est un peu plus élevé dans le traitement 1) que dans les autres. Au bout de quatre vingt-seize heures les poids secs se classent par ordre décroissant des traitements 1) à 6) (92,2 mg pour 1) contre 66,2 mg pour 6).

En ce qui concerne les racines, on observe un phénomène analogue, allongement plus grand avec augmentation du poids de matière sèche liée à la diminution de l'éclairement.

15 - 128

Brown (P. L.), Shrader (W. D.). — **Grain yields, evapotranspiration, and water use efficiency of grain sorghum under different cultural practices.** (Evapotranspiration et efficacité de l'utilisation de l'eau chez le sorgho-grain suivant différentes pratiques culturales). *Agronomy Journal*, Madison, 1959 (juin), vol. 51, n° 6, p. 339-43, bibliographie de huit références.

L'influence de la densité de plantation, de l'espacement des lignes et de l'humidité du sol sur les rendements en sorgho-grains a été étudiée en culture sèche à Hays aux Kansas en 1954 et 1955. Cette expérimentation a donné lieu à l'étude de l'évapotranspiration et de l'efficacité d'utilisation de l'eau par la plante.

La densité de plantation variait de 37.000 à 298.000 pieds/ha avec les distances entre lignes de 25, 50 et 100 cm.

Le niveau d'humidité du sol a été établi avant la plantation par irrigation, de manière à humidifier le sol sur une profondeur de 0,9-1,5 et 3,5 mètres.

Pour deux ans d'essais, les rendements moyens en grains atteignent respectivement 11,4—23,6 et 40,6 boisseaux à l'acre sur les parcelles humidifiées à 0,9—1,5 et 3,5 mètres. L'évapotranspiration de ces parcelles atteint respectivement 285 mm, 372 mm et 426 mm et la réserve d'humidité du sol a fourni en moyenne respectivement 49 %, 60 % et 65 % de cette évapotranspiration.

Les densités et espacements optimum indiqués par les rendements en grains pour les trois conditions d'humidité du sol sont donnés par le tableau suivant :

Humidité initiale du sol

	0,90 m		1,50 m
	1954	1955	1954
Densité optimum (nb de plants à l'ha)	37.000 à 74.000	37.000	148.000
Espacement optimum (cm)	50	100	50

	1,50 m	3,50 m	
	1955	1954	1955
Densité optimum (nb de plants à l'ha)	74.000	148.000 à 222.000	74.000 à 222.000
Espacement optimum (cm)	100	25-40	100

Il est possible que des densités plus faibles et des espacements plus grands aient donné des rendements, en 1955, plus élevés.

L'efficacité d'utilisation de l'eau (rapport de la quantité de grain produit à la hauteur d'eau utilisée par unité de surface) s'accroît à mesure que la profondeur de sol humide augmente.

En 1954, chaque 2,5 cm d'eau utilisée correspondait à 1,8-2,4 et 2,8 boisseaux de grains par acre pour les trois hauteurs de sol humide étudiées ; en 1955 l'efficacité d'utilisation de l'eau variait sur les parcelles à forte densité de 0 avec 0,90 m de profondeur d'humidité à 2,3 boisseaux par acre avec 3,5 m de profondeur d'humidité.

Sous des conditions d'extrême sécheresse en 1955, les grands espacements et faibles densités ont réduit la production fourragère, mais ont augmenté l'efficacité d'utilisation de l'eau pour les grains.

15 - 129

Zsoldos (F.). — **Studies on the nitrogen metabolism of rice.** (Etude du métabolisme de l'azote chez le riz). *Acta biologica*, Szeged, 1959, tome V, fasc. 1-2, p. 77-84, 2 fig., bibliographie de quinze références.

L'inondation des rizières crée des conditions de sol anaérobies, qui influent sur l'absorption des éléments minéraux par la plante. Cette étude porte particulièrement sur l'assimilation et le métabolisme de l'azote.

L'influence de divers niveaux d'eau sur certains processus biochimiques a été étudiée. On a observé que des conditions anaérobies n'affectent pas l'assimilation de l'azote et du phosphore par un plant intact. La suppression de la partie aérienne ou sa submersion ont pour conséquence, au contraire, d'inhiber cette assimilation. Ainsi le processus biochimique d'assimilation d'un composé inorganique par les racines apparaît sous la dépendance de O_2, O_2 provenant de la partie aérienne de la plante. Si la translocation de O_2 est inhibée pour des raisons diverses (submersion), le processus synthétique de la racine diminue et fait place à un processus hydrolitique. Les plants de riz sont capables d'utiliser les deux formes d'azote minéral (NH_4 et NO_3) pour la synthèse organique. La question du rôle physiologique des peptides présents dans les racines attend d'être élucidée. L'entrée de N minéral dans les composés organiques se fait chez les plants de riz par l'intermédiaire de l'acide glutamique. La synthèse de l'alanine est opérée selon l'auteur par transamination.

15 - 130

Mehta (B. V.), Shah (C. C.). — **Accumulation and movement of minerals in « Bajri » *(Pennisetum typhoideum)*.** (Accumulation et mouvement des éléments minéraux dans le *Pennisetum typhoideum*). *Indian Journal of agricultural science*, New Delhi, 1958 (déc.), vol. XXVIII, part IV, p. 583-95, bibliographie de quinze références.

Les A.A. ont étudié l'assimilation et l'accumulation des éléments minéraux au cours de la croissance chez

Pennisetum typhoideum, en effectuant des dosages des principaux éléments à quatre époques principales du développement : (croissance au trentième jour ; préfloraison au quarante-cinquième jour ; grains laiteux au soixantième jour ; grains pâteux au soixante-quinzième jour ; récolte au quatre-vingt-dixième jour) et pour chaque partie de la plante : feuilles, tiges, racines, épis vides et grains.

Les résultats sont donnés d'une part en pour cent de matière sèche et en g par plante ; ils sont rassemblés dans le tableau ci-après.

	Elément	Age des plants en jours	Elément % de matière sèche				
			feuille	tige	racine	grains	épi égrainé
1	K	30	4,636		2,363		
2		45	2,933	4,363	2,097		
3		60	2,211	3,266	1,739		0,812
4		75	1,593	2,654	1,679	0,551	1,454
5		90	1,297	2,001	1,551	0,484	1,406
6	Ca	30	0,634		0,374		
7		45	0,816	0,298	0,288		
8		60	0,845	0,266	0,362		0,227
9		75	0,819	0,246	0,205	0,122	0,173
10		90	0,794	0,202	0,227	0,083	0,202
11	Mg	30	0,251		0,200		
12		45	0,247	0,260	0,193		
13		60	0,317	0,122	0,162		0,083
14		75	0,279	0,169	0,158	0,100	0,092
15		90	0,349	0,141	0,175	0,082	0,129
16	N	30	1,831		1,010		
17		45	2,400	1,192	0,940		
18		60	1,841	0,500	0,530		1,402
19		75	1,192	0,300	0,351	1,65	1,111
20		90	1,221	0,361	0,502	1,90	1,021
21	P	30	1,671		1,010		
22		45	1,331	1,304	0,690		
23		60	1,035	0,893	0,600		1,011
24		75	0,961	0,936	0,670	1,110	0,694
25		90	0,998	0,701	0,601	1,180	0,657

	Quantité totale d'élément en g par plant					
	feuille	tige	racine	grains	épi égrainé	Total
1	0,0274		0,0015			0,0289
2	0,0393	0,0741	0,0061			0,1195
3	0,0524	0,1288	0,0075		0,0227	0,2114
4	0,0477	0,1776	0,0168	0,0237	0,0357	0,3015
5	0,0389	0,1260	0,0129	0,0311	0,0333	0,2422
6	0,0037		0,0002			0,0039
7	0,0109	0,0051	0,0008			0,0168
8	0,0200	0,0105	0,0016		0,0064	0,0385
9	0,0246	0,0165	0,0021	0,0052	0,0045	0,0529
10	0,0238	0,0127	0,0019	0,0053	0,0048	0,0485
11	0,0015		0,0001			0,0016
12	0,0033	0,0044	0,0006			0,0073
13	0,0075	0,0048	0,0007		0,0023	0,0153
14	0,0084	0,0113	0,0016	0,0043	0,0024	0,0280
15	0,0105	0,0089	0,0015	0,0052	0,0031	0,0292
16	0,0114		0,0006			0,0120
17	0,0322	0,0202	0,0027			0,0551
18	0,0430	0,0195	0,0022		0,0392	0,1039
19	0,0357	0,0202	0,0035	0,0707	0,0288	0,1589
20	0,0365	0,0225	0,0041	0,1224	0,0242	0,2097
21	0,0098		0,0006			0,0104
22	0,0178	0,0222	0,0020			0,0420
23	0,0245	0,0352	0,0026		0,0283	0,0906
24	0,0288	0,0627	0,0067	0,0477	0,0180	0,1639
25	0,0299	0,0442	0,0050	0,0758	0,0156	0,1705

L'assimilation maximum de l'azote, du phosphore et du magnésium par le *Pennisetum typhoideum* se situe entre les stades grains laiteux et grains pâteux, alors que, pour le calcium, elle se situe entre la préfloraison et le stade grains laiteux.

On observe une absorption régulière du potassium jusqu'au stade grain pâteux, après quoi la plante paraît restituer au sol une portion du K absorbé. Une tendance analogue se manifeste pour l'assimilation du Ca. A tous les stades du développement, la teneur en K est plus forte dans la tige que dans toute autre partie tandis que celles de Ca et Mg sont supérieures dans les feuilles.

Les grains sont plus riches en N et P que les autres organes.

Botanique

***15*-131**

Mesa Bernal (D.). — **Historia natural del maïz.** (Histoire naturelle du maïs). Extrait de la *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales*) 1957, vol. X, n° 39, p. 13-106, nbreuses figures, abondante bibliographie.

L'importance du maïs en Amérique du sud-est bien connue, mais il ne semble pas qu'on ait jusqu'ici écrit une histoire de cette céréale, retraçant la place prise par sa culture depuis l'Antiquité et les diverses théories émises quant à son lieu d'origine. Cette étude a pour but d'en tracer, à grands traits, les différents aspects.

Le premier chapitre de cet ouvrage s'intitule « **Introduction à l'histoire du maïs** ». On y trouve une brève description de la culture et des aliments à base de maïs, qui se préparaient au moment de la conquête et de la colonisation.

Dans le second chapitre « **Le maïs est-il d'origine asiatique ?** », l'auteur présente la théorie de l'origine asiatique du maïs, qui est aujourd'hui complètement abandonnée, bien que quelques savants, comme Anderson, continuent à soutenir cette thèse.

Le chapitre 3 : « **Le maïs et ses semblables en Amérique** » est consacré à l'étude du maïs et aux plantes se rapprochant de cette céréale. L'ancienneté de la plante est importante et, grâce à elle, on a des informations de caractère géologique, archéologique et botanique.

Le chapitre 4 : « **Mexique et Guatémala comme centre possible d'origine du maïs** » retrace les informations concernant l'histoire jointes à des théories sur la possibilité d'une origine aztèque. On y étudie également la théorie du Professeur Mangelsdorf se référant à l'origine botanique de cette plante et aux causes de sa plasticité.

Le chapitre 5 : « **La Colombie et le Vénézuéla dans l'histoire du maïs** » donne des informations relatives à l'aspect historique de la culture. Dans cette partie de l'ouvrage, l'A. commente la théorie de Birket-Smith sur l'origine colombienne du maïs et note que De Candolle, le premier savant qui chercha l'origine de la plante cite également la Colombie.

Dans le chapitre 6, « **Le maïs préhistorique au Pérou, en Bolivie et au Chili** », ce sont les théories de Kempton sur la possibilité d'une origine péruvienne et les considérations qui amenèrent Cuttler à considérer la Bolivie comme lieu d'origine du maïs. On relève également quelques informations sur les espèces de maïs primitifs rencontrées au Chili et, en parlant du Mexique, de la Bolivie et de la Colombie, l'auteur indique des variétés de maïs contemporaines, quelques-unes d'entre elles étant d'origine préhistorique.

Examinant le continent du nord au sud, dans le chapitre 7, « **Le Paraguay et les régions environnantes de l'Uruguay, de l'Argentine, du Brésil et de la Bolivie** », l'A. donne quelques notes historiques et présente les théories de Mangelsdorf et de Reeves sur la possibilité du lieu d'origine du maïs dans la région.

Le chapitre 8 : « **Description du maïs faite par les chroniqueurs** », transcrit les observations de Oviedo, Acosta, Cobo, Garcilaso et Cardenas, qui sont intéressantes parce qu'étant les premières relations

sur le maïs. La plupart concerne le centre d'origine se rapprochant soit de De Candolle et de l'origine colombienne, soit de Anderson qui indique la provenance asiatique.

L'origine géographique de cette plante continue à être le thème de prédilection de beaucoup de chercheurs et c'est encore aujourd'hui le seul point litigieux. Dans cette histoire du maïs, l'auteur cite des nombreux chroniqueurs anciens illustrés par des cartes et des gravures tirées de leurs manuscrits.

L'origine géographique de cette plante continue à être le thème de prédilection de beaucoup de chercheurs et c'est encore aujourd'hui le seul point litigieux. Dans cette histoire du maïs, l'auteur cite de nombreux chroniqueurs anciens. Elle est illustrée par des cartes et des gravures tirées de leurs manuscrits.

Sélection

15 - 132

Richharia (R. H.), Misro (B.). — **The *japonica* × *indica* hybridization project in rice an attempt for increased rice production.** (Programme d'hybridation *japonica* × *indica* en vue d'accroître la production rizicole). *The Journal of biological sciences*, Bombay, vol. 2, nº 2, 1959 (décembre), p. 35-47, bibliographie de quatre références.

Deux programmes d'hybridation de variétés *japonica* x *indica* se poursuivent aux Indes depuis 1950. L'un, le programme FAO, implique quatre vingt-seize variétés *indica* provenant de différents pays de l'Asie du sud et du sud-est ; l'autre, le programme ICAR (Indian Council of Agricultural Research), quatre vingt-dix-sept variétés *indica* provenant des divers Etats indiens.

Dans les deux cas, huit variétés *japonica* du Japon sont utilisées.

Les rapports provenant des différentes stations qui concourrent à ces programmes sont analysés.

Central rice research Institute Cuttack :

Sur dix-huit hybrides homozygotes, neuf ont donné des rendements supérieurs à ceux des parents *indica*.

Andhra : quelques descendances sont intéressantes. Certaines d'entre elles ont des rendements de 92 % de ceux des parents *indica*. Elles sont en outre, non sensibles à l'égrenage, à la verse et possèdent de bonnes qualités d'usinage et de cuisson.

Assam : les travaux portent actuellement sur la F_8, aucun résultat tangible n'est obtenu.

Bihar : en 1958-59, huit sélections se sont montrées prometteuses.

Bombay : quatre lignées se sont révélées plus productives que le témoin, mais aussi plus tardives.

Kashmir : deux lignées F_9 parmi cinquante-quatre prometteuses se sont révélées supérieures au témoin.

Madhya Pradesh : parmi vingt et une lignées, trois précoces, une moyennement précoce et une normale ont été plus productives que les parents *indica*.

Madras : quatre-vingt-dix-huit homozygotes sont en essais comparatifs.

Mysore : plusieurs lignées F_9 (issues de Norin 6 × H.R.22) ont donné des productions moyennes de 29 q/ha et 36 q/ha au cours de deux années consécutives contre 23 pour les parents *indica*.

Orissa : deux hybrides fixés issus de T 8 12 × Rikuu 132 sont mis en essais multilocaux.

Punjab : six lignées résistant à la verse, de productivité supérieure de 50 % à celle du parent *indica* ont été obtenues.

Uttar Pradesch : aucune lignée n'a été supérieure au témoin *indica*.

West Bengal : quelques lignées F_9 ont été un peu supérieures au témoin *indica* par suite de conditions climatiques particulières.

Les A.A. estiment que ces résultats sont peu encourageants, de même que ceux qui résultent des travaux faits en Birmanie, Australie, Indonésie, Philippines et Thaïlande, seuls ceux de Malaisie font exception.

La manifestation en F_1 d'un pourcentage élevé d'épillets stériles peut être cause de la perte de certains hybrides associant des caractères intéressants, d'autre part cette stérilité a conduit à choisir les descendances en fonction de leur vigueur plutôt qu'en fonction de leur rendement, et ce critère a conduit à retenir souvent des hétérozygotes plus vigoureux que les homozygotes.

Pour l'avenir, on envisage :

1) Diluer le génome *japonica* dans des croisements multiples où les *indica* interviendront plusieurs fois afin de diminuer la stérilité :

a) des hybrides doubles seront créés à partir de deux hybrides simples, dont un seul aura un géniteur *japonica*, des croisements seront opérés par la suite entre les ségrégants les plus intéressants,

b) le même schéma sera utilisé en partant de variétés présentant des adaptations particulières (sols salins, sécheresse, eau profonde, etc...).

2) L'utilisation sur les hybrides d'agents mutagènes, radiations, substances radioactives.

3) L'étude des descendances, aussi bien en première saison de culture qu'en deuxième, pour que toutes les qualités d'adaptation puissent se manifester et aussi pour la sélection de variétés insensibles au photopériodisme.

4) L'étude des descendances sur terrain fertile pour que les qualités des *japonica* se manifestent.

5) Pour réaliser ce programme, onze centres seront organisés.

15 - 133

Chang (H. S.). — **The rice breeding program and its recent development in Taiwan.** (Le programme de sélection du riz et son récent développement au Taiwan). *News Letter*, Bangkok (FAO), 1959 (juin), vol. VIII, nº 2, p. 1-3.

Les objectifs de l'amélioration sont : la résistance au blast, la productivité, les qualités à l'usinage et à la cuisson, l'adaptabilité aux conditions écologiques diverses, la précocité, la résistance à la verse et la réponse aux engrais. Le matériel de départ est constitué par les variétés *indica* locales, les variétés locales de montagne, des variétés japonaises et des variétés améliorées localement de riz Ponlai (*japonica*) ; en outre diverses introductions de Chine et des Etats-Unis ont été réalisées.

L'amélioration est poursuivie par hybridation et sélection pédigrée, l'apparition de mutant est également recherchée par irradiation.

Actuellement les variétés populaires de riz Ponlai ont été supplantées par les variétés créées dans la période d'après-guerre. Les surfaces consacrées à Taïchung 65 ont diminué au cours des dernières années. Les variétés nouvelles intéressantes sont : Chia-nung 242 résultant d'un croisement de Chia-nung-yu 123 et Chia-nung-yu 65, qui a été prometteuse dans l'aire des Taichung ; au Taiwan et dans l'est Taiwan du fait de sa résistance au blast, ses rendements et sa large adaptabilité ; Kaohsiung 45 et Kaohsiung 53 ont eu de bons résultats dans l'aire des Kaohsiung, Hsinchu 55 et Hsinchu 56 dans l'aire des Hsinchu, Taipei 127 et Taipei 177 dans l'aide des Taipei. Ces variétés sont cultivées actuellement en champs de démonstration et de vulgarisation.

15 - 134

Johnston (T. H.), Cralley (E. M), Seth (E. H.). — **Performance of rice varietes in Arkansas, 1953-1958.** (Comportement des variétés de riz en Arkansas, 1953-1958). Station agronomique expérimen-

tale, Université d'Arkansas, Fayetteville, 1959 (mai), 31 p., 1 fig., bibliographie de quinze références.

En Arkansas les superficies totales cultivées en riz étaient montées de 164.000 ha en 1949 au chiffre élevé de 272.000 ha en 1954 ; mais les surfaces récoltées n'étaient que de 136.000 ha en 1958. Après avoir été pendant longtemps de 2.520 kg/ha environ, le rendement a atteint en 1958 un taux élevé de 3.640 kg/ha.

Des apports plus importants d'engrais, des ensemencements plus opportuns et l'emploi des variétés améliorées, un perfectionnement des façons culturales et de l'irrigation, l'utilisation des champs les plus productifs et l'association avec d'autres cultures ont permis cette augmentation de rendement.

A l'exception de quelques champs isolés, en Arkansas et dans les autres Etats producteurs, toutes les surfaces en riz ont été ensemencées avec des variétés améliorées qui ont été étudiées par les stations expérimentales d'Arkansas, Louisiane, Texas et Californie et par le Ministère de l'Agriculture des Etats-Unis suivant un programme commun.

Durant ces dix dernières années le pourcentage des surfaces ensemencées en riz court, moyen et long, en Arkansas, a considérablement varié. Il est passé de 8 à 3 % pour les grains courts, de 56 à 37 %, pour les grains moyens, et de 36 à 60 % pour les longs. Les variétés les plus propres à la culture en Arkansas et les plus importantes commercialement sont brièvement décrites ; ce sont Caloro, Cody, Arkrose, Nato, Zenith, Bluebonnet, Bluebonnet 50, Improved Bluebonnet, Sunbonnet, Toro, Century Patna 231.

Le choix des variétés dépend non seulement de leur rendement, mais aussi de la situation, de l'emplacement de la ferme, de la date d'ensemencement, de la fertilité du sol, de l'époque de la maturité, des maladies, des apports d'engrais, de la demande sur le marché et de la qualité de la graine. Des essais comparatifs, sur les variétés ont donc été entrepris en champ à la station Expérimentale du Riz à Stuttgart et dans des essais multilocaux dans le nord, le centre et le sud de l'Arkansas. Le résultat des expériences à la Station sont donnés dans des tableaux.

On peut en conclure que, en ce qui concerne les variétés à **grains courts,** les Caloro, Cody et Asahi (Texas) ont donné des résultats satisfaisants et peuvent être utilisés, lorsque l'ensemencement est retardé ou que ce type de riz est demandé sur le marché. Une variété expérimentale à balle lisse a été soumise à des essais depuis deux ans ; elle apparaît riche en promesses mais d'autres tests sont nécessaires avant une estimation définitive.

Pour les variétés à **grains moyens,** les Nato, Zenith, et Arkrose sont recommandés pour toutes les régions rizicoles d'Arkansas. Nato supportant mieux les températures fraîches de l'automne peut être semé fin mai. Ces trois variétés peuvent verser sur les sols très fertiles. A cause de sa paille plus courte, de son feuillage moins épais et de son absence de pubescence la variété Nato remplace maintenant Zenith comme principale variété à grains moyens. Là aussi on ne peut rien conclure de définitif sur les variétés expérimentales à grains moyens, quoique celles-ci soient prometteuses.

Les variétés à **grains longs** adaptées aux conditions de l'Arkansas sont : les variétés Bluebonnet (Bluebonnet 50, Sunbonnet et Improved Bluebonnet), Toro et Century Patna 231). Cette dernière variété est presque aussi précoce que Zenith, mais toutes les autres demandent cent quarante-cinq à cent cinquante jours pour mûrir, Improved Bluebonnet même quelques jours de plus. Toutes ces variétés ont une paille dure.

Les variétés Bluebonnet, principalement Bluebonnet 50, ont remplacé la variété Zenith en tant que variété la plus courante en Arkansas. Bluebonnet 50 est en surface la plus cultivée de toutes les variétés. Elle a produit de forts rendements en grains sous des conditions favorables et n'a pas versé lorsque le taux de fertilisation en azote était modérément élevé.

Contrairement aux grains moyens que l'on recommande, Bluebonnet 50 et les autres variétés commerciales à grains longs ne supportent pas l'alcalinité.

Sunbonnet est très sujette au « straighthead ».

Toro a un bon rendement en grains mais est plus difficile à battre que Bluebonnet 50 et moins résistant au straighthead.

Toro et Century Patna 231 ont un prix moins élevé sur le marché que les Bluebonnets à cause de leurs caractéristiques culinaires.

Century Patna 231 a un fort rendement et est la seule variété précoce à longs grains valables commercialement.

Une espèce expérimentale, « Patna-type », à paille plus courte que Century Patna 231, a produit au cours d'essais sur trois ans, des rendements à l'hectare remarquables mais ses rendements à l'usinage (grains entiers) sont un peu faibles.

15 - 135

GURCHARAN SINGH (S.). — **Varietal improvement of rice in the Punjab.** (Amélioration variétale du riz au Punjab). *Rice News, Teller*, New-Delhi, vol. 7, n° 3-4, 1959 (avril-juillet), p. 3-5.

Les recherches commencées en 1926 à Kalashahkaku, Sheikhupura ont été interrompues en 1947, lorsque cette région fut attribuée au Pakistan et ont du être reprises en 1950 dans l'est Punjab, à Gurdaspur et Nagrota Bagwan.

L'amélioration du riz a été réalisée par introduction, sélection et hybridation.

Par **sélection** ont été obtenues les variétés :

1) DE PLAINE :

Jhona 349 : 90-95 jours, rendement 33-36 q/ha, adaptée aux sols de moyenne fertilité, riz de qualité médiocre.

Palman-246 Suffaid : 90-95 jours, 25-27 q/ha, qualité moyenne.

Sathra-278 : 80-85 jours, 22-25 q/ha, adaptée aux régions humides, résistant au borer, qualité médiocre.

Basmati-370 : 110-112 jours, 18-22 q/ha, adapté aux sols riches, excellente qualité.

2) DE MONTAGNE :

Lal Nakanda-41 : 105-107 jours, 10-14 q/ha, adapté aux zones pluvieuses, qualité médiocre.

Phulpattas-72 : 110-112 jours, 16-18 q/ha pour sols de moyenne fertilité et humides, qualité moyenne.

Rahr Jawain-100 : 107-109 jours, 16-18 q/ha pour sols de moyenne fertilité et humides, qualité moyenne.

Dundar 43 : 108 jours, 20-22 q/ha, adapté à l'altitude, qualité médiocre.

La variété de montagne suivante a été introduite de Chine :

China 988 : 90-95 jours, 16-17 q/ha, adapté aux régions pluvieuses, qualité médiocre mais fort gonflement à la cuisson.

Ces neuf variétés occupent environ 50 % de la surface totale des rizières.

La sélection généalogique entreprise depuis dix ans fait apparaître quelques lignées prometteuses : S. 20 issue de Jhona Kesarwala et 217 de Basmati pour le riz de plaine, et T 23 issue de Desi Basmati pour le riz de montagne.

L'hybridation a permis l'introduction du caractère feuilles pourpres, qui facilite la lutte contre les riz sauvages. Trois hybrides à feuilles pourpres ont été obtenus, parmi eux R 575, dont les rendements moyens ont été de 32 q/ha de 1951 à 1954, est apprécié des cultivateurs.

L'acclimatation de variétés étrangères a procuré de nouvelles variétés intéressantes, notamment la variété chinoise Ch. 988, et les variétés japonaises Norin 12 et 18 et Asahi, qui donnent des rendements élevés (60 à 66 q/ha) sur sols très fertiles.

D'autres travaux d'amélioration sont actuellement en cours, notamment la création d'hybrides *indica* × *japonica*.

15-136

BARRAU (J.). — **Fruits et graines du taro, *Colocasia esculenta*** (LINNÉ) SCHOTT. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, Paris, vol. VI, nº 8-9, 1959 (août-septembre), p. 436-8, 2 fig., bibliographie en bas de page.

L'A. qui avait signalé que la fructification du taro, *Colocasia esculenta* (LINNÉ) SCHOTT, Aracée, paraissait chose rare en Océanie, certains auteurs ayant été jusqu'à écrire que le taro ne semblait plus se reproduire par voie sexuée, a, au cours d'une mission en Nouvelle-Calédonie en 1958, récolté des fruits et des graines fertiles de taro.

Les graines récoltées ont été semées et ont germé.

L'A. conclut que la fructification fertile du taro est probablement plus fréquente qu'on ne le pensait jusqu'ici. Elle offre de nouvelles perspectives pour l'amélioration de cette intéressante plante vivrière par sélection et hybridation.

15-137

RASSEL (A.). — **La sélection du maïs.** Bulletin Agricole du Congo Belge, Bruxelles, vol. L, nº 6, 1959 (déc.), p. 1503-30, bibliographie de neuf références.

Grâce aux chercheurs américains la connaissance scientifique des mécanismes héréditaires du maïs a permis de mettre au point des méthodes nouvelles de sélection dont les résultats sont spectaculaires.

L'A. résume les principes généraux de la sélection du maïs et expose les nouvelles méthodes :

BUTS DE L'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ET ADAPTATION DE CELLE-CI AUX MOYENS DISPONIBLES.

LES BASES SCIENTIFIQUES DE LA SÉLECTION.

I. Le choix des élites et la loi des grands nombres :

a) la population d'origine,

b) les difficultés inhérentes au choix des élites,
1) la variabilité du milieu de culture,
2) l'instabilité des caractères des génotypes choisis,
3) l'imperfection des connaissances génétiques,
4) le manque de corrélations efficaces entre les caractères.

II. Les techniques de domestication des élites choisies :

a) l'autofécondation artificielle,

b) la fécondation entre pieds frères,

c) l'hybridation et l'hétérosis,
1) causes de l'hétérosis,
2) effets de l'hétérosis,
3) exploitation du phénomène,
4) variation de la vigueur en cours de sélection.

LA MESURE DES RÉSULTATS OBTENUS.

L'UTILISATION EN GRANDE CULTURE DES VARIÉTÉS SÉLECTIONNÉES.

LES MÉTHODES DE SÉLECTION.

Sélection naturelle.

Sélection de masse.
1) sélection massale ordinaire,
2) sélection « ear to row »,
3) sélection « ear remnant ».

MÉTHODES NOUVELLES.
1) hybrides doubles,
2) populations synthétiques,
3) populations synthétiques après une ou deux autofécondations,
4) sélection cumulative,
5) polycross.

MÉTHODES SPÉCIALES.
1) croisement de retour (back cross),
a) le caractère à ajouter est dominant,
b) le caractère à ajouter est récessif,
2) sélection convergente ou double croisement de retour,
3) sélection convergente multiple,
4) sélection gamétique,
5) sélection récurrente,
6) sélection récurrente réciproque.

Certains auteurs affirment qu'à la suite des résultats obtenus par l'emploi d'hybrides doubles, les rendements atteignent des sommets qu'il sera difficile de dépasser ; on se bornerait dès lors à perfectionner ces hybrides en corrigeant les déficiences des lignées pures intervenant dans leur composition. D'autres sélectionneurs préfèrent orienter la sélection vers la résistance aux maladies, aux insectes, l'adaptation au milieu et l'amélioration de la composition chimique. De grands progrès sont certes attendus en suivant ces voies. Il n'est cependant pas douteux que les schémas de sélection à appliquer dans ce cas s'inspireront de ceux décrits ci-dessus et qu'ils présenteront les mêmes défauts : empirisme et subordination aux lois du hasard.

Les progrès les plus remarquables ne seront réalisés que lorsque, par des recherches théoriques, dont on perçoit toute la complexité, on pourra jeter un pont entre la génétique, qui étudie séparément les caractères héréditaires des individus et l'amélioration, science synthétique, qui exploite ceux-ci dans leur forme globale et complexe. Ces recherches permettront en outre de lever le voile qui cache le mécanisme de ce phénomène incontestablement primordial qu'est l'hétérosis.

15-138

KRAMER (H. H.), ULLSTRUP (A. J.). — **Preliminary evaluation of exotic maize germ plasm.** (Premières évaluations de l'apport génétique de maïs exotiques). *Agronomy Journal*, Madison, 1959 (nov.) vol. 51, nº 11, p. 687-9, bibliographie d'une référence.

Mille soixante-six variétés de maïs étrangers ont été introduites à la station de Ames dans l'Iowa en 1956. Ces variétés ont été testées au point de vue de leur résistance à *Puccinia sorghi, Puccinia polysora, Helminthosporium turcicum* et *Helminthosporium maydis.*

D'autre part, dans chaque variété introduite, quelques plants ont été autofécondés et le pollen de six cents d'entre elles a été utilisé pour féconder un hybride simple (Wf9 × Hy), l'année suivante les hybrides ainsi obtenus ont été comparés au parent Wf9 × Hy.

Du point de vue de la résistance aux maladies, seulement P. I. 163597 du Guatémala manifeste une résistance complète à *P. sorghi,* tandis que P. I. 172332 d'Australie et P. I. 185054 et 167388 de Turquie présentent une réaction inhabituelle, caractérisée par une grande tache (1-2 mm de diamètre) décolorée portant au centre une seule pustule très petite.

Seul P. I. 186208 d'Afrique du Sud apparaît complètement résistant à *P. polysora,* alors que P. I. 217413 du Mexique et P. I. 198902 présentent pour ce parasite des symptômes identiques à ceux décrits ci-dessus pour *P. sorghi.*

Vis à vis d'*H. turcicum* et *H. maydis,* seul P. I. 217407 a manifesté une résistance élevée et constante.

Parmi les plants autofécondés trois cent quatre-vingt-neuf ont présenté des mutations de caractères de l'endosperme, qui ont été classées de très défectueux

à non défectueux, et, parmi ces derniers, en opaques, cireux et translucides ; deux mutants de très forte teneur en amylose P. I. 183814 de Turquie (35,0 % d'amylose) et P. I. 193907 (38 % d'amylose) d'Ethiopie se sont révélés homozygotes respectivement pour les gènes *d u* et *s u*.

Si l'apport de matériel génétique étranger permet d'élargir les bases de la sélection pour la résistance aux maladies, il paraît moins utile pour la sélection en vue de l'amélioration du rendement : seulement huit hybrides sur cinq cent soixante-douze obtenus entre les variétés introduites et Wfg × Hy. Ces variétés étaient tardives. Les relations positives observées entre le facteur de rendement et le rendement incitent à utiliser le matériel génétique des variétés elles-mêmes les plus prometteuses. Un obstacle important résulte du fait qu'un petit nombre seulement de variétés exotiques peuvent mûrir à Ames.

15 - 139

Tang (W. T.), Chen (C. H.). — **Preliminary studies on the hybridization of the cultivated and wild beans** *Glycine max* **and** *G. formosana)*. (Etudes préliminaires sur l'hybridation des sojas cultivés et sauvages (*Glycine max* et *G. formosana*), *Journal of the Agricultural Association of China*, Taipei, 1959 (déc.), p. 17-23, 6 fig., bibliographie de treize références.

Glycine formosana est l'une des cinq espèces indigenes au Taiwan du genre *Glycine*. Elle a été employée comme parent mâle dans des expériences d'hybridation avec *G. max*.

Les croisements ont été effectués en série, fin 1956, avec deux variétés de *G. max* : Taichung Green et Yellow Autumn. Le pourcentage de croisements réussis a été respectivement pour ces deux variétés 17,6 et 18,5 %.

Les nombres chromosomiques des deux parents et des hybrides a toujours été 2 n = 40. Aucune irrégularité dans la méiose n'a été observée en F1.

La plupart des caractères de la F1 (nombre de nœuds, de gousses, forme et dimension des folioles, caractère dressé de la pubescence, couleur des graines, dimension et poids des graines, dureté des graines) ont été intermédiaires entre ceux des deux parents. Le port et la ramification, le mode de développement, la couleur des gousses et du hile sont ceux de *formosana*. Seul le caractère déhiscence des gousses ressemble à celui des variétés cultivées.

La hauteur des plants, le nombre de ramifications, le poids de graines par plant en F1 manifestent clairement un effet d'hétérosis.

Le taux de germination des graines F1, ainsi que les périodes de développement des plants sont des caractères intermédiaires entre ceux des parents, le premier étant plus proche du parent sauvage et le second plus proche du parent cultivé.

15 - 140

Portères (R.). — **Les appellations des céréales en Afrique.** *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique appliquée*, Paris, vol. 5, 1958, et vol. VI, 1959.

PLAN DE L'ETUDE

Pages

I) **Les orges.**
A) Généralités ethnobotaniques sur l'orge.. 14
B) L'orge *Hordeum* des Latins et l'Afrique : Hypothèses anciennes sur l'étymologie du latin *Hordeum* « orge » 18
Nouvelle hypothèse.
C) L'orge timzin des Berbères 25
D) L'orge sha'ir des Arabes 27
E) L'orge segam des plateaux abyssins 29
F) Les radicaux linguistiques pour « orge » non ou mal représentés en Afrique :
1) L'orge sanscritique yava 30
2) L'orge paléo-égyptienne ta ou at 31
3) L'orge she-ba de Babylonie 32
4) L'orge kolba ou kalba.

II) **Les blés et leurs dénominations.**
A) Généralités botaniques 311
B) Vue générale sur les blés de l'Afrique du Nord, du Maroc au Sahara et à l'Abyssinie 315
C) Le blé quamh des Arabes 318
D) Le blé amidonnier ou emmer 321
E) De l'amidonnier égyptien Bt. t/bd.t. aux Céréales bl/br du continent africain 322
F) Le blé amidonnier (emmer) hushaki, de Babylonie 324
G) L'engrain askaliah d'Ibn-al-Awam 325
H) L'engrain ahlas (blé ou orge) des Arabes de Séville 327
I) Le froment hinta 329
J) Les blés à grains nus de l'Egypte ancienne. 330
K) Les blés tendres dans l'Inde et aux abords. 332
L) Les blés Kussemeth et Chittah de la Bible; la Spelta des latins 333
M) Céréales comme « mauvaises herbes de céréales » 337
N) Sur quelques appellations anciennes intéressant les blés :
Sur l'origine de l'appellation grecque zeia, zea 340
Le sitos des Grecs 342
Le shibboleth de la Bible et son histoire dans l'Histoire 343

III) **Le seigle.**
A) Du riz d'Asie au seigle européen :
a) la voie nord-européenne du seigle .. 346
b) la voie sud-européenne du seigle 347
B) Le seigle de l'Asie antérieure :
a) le sulî 351
b) le thaoudar 351
c) le typhe et le shiphon 352
d) le brace des Gaulois 353

IV) **Les avoines** 353

IV *bis*) Bibliographie (orges, blés, avoines, seigles) 355

V) **Le millet teff de l'Abyssinie.**
A) Le teff (*Eragrostis tef*) 454
B) Le millet bendj d'Ibn-el-Facer en Abyssinie n'est pas le teff 458
C) Bibliographie 461

VI) **Le Millet « Eleusine » de l'Inde et de l'Afrique Orientale** (*Eleusine coracana* Gaertner).
Introduction 463
1° Les appellations en Asie :
A) Le kurakan ou coracan de Ceylan 465
B) Le natcheeni du sud de l'Inde 467
C) Le mandwa du nord-ouest de l'Inde 468
D) Le bosmoron de Strabon dans l'Inde 469
E) Le ragi de l'Inde 470
2° Les appellations en Afrique :
A) Le dagussa ou tocusso de l'Abyssinie 471
B) Le tamba des Hausa de la Nigeria et le telebun arabo-africain 472
C) L' « éleusine » monu ou maro des Niam-Niam 473
D) Le pagh' du Kenya 474
E) Le naxenim du Zambèze 475
F) Le millet Koell du Bahr-el-Ghazal 475
G) L' « éleusine » des monts du Mandara (Cameroun) 475
H) L' « éleusine » do du sud du lac Tchad .. 476
I) L' « éleusine » et le « maïs » comme « chose à manger » 477

J) Le luco de l'Angola et de l'Afrique Centrale 478
K) Appellations diverses sur l'éleusine céréalière, du Tchad à l'Afrique du Sud 481
Bibliographie sur l'éleusine 482

VII) **Les sorghos.**
A) Le sorgho *durra* :
a) *durra* n'est pas un terme de l'Arabie. 732
b) *durra*, un terme araméen ? 733
c) *durra*, un terme d'origine aryenne ? 736
d) l'origine de l'appellation *durra* 737
B) Les mils ka et ki du bassin des Volta dans l'ouest africain 743
C) Sorgho mela de l'ouest africain 747
D) Epis et céréales :
I. Les épis coudés ou en crosse de certains sorghos 748
II. Les épis d'abondance 749
III. Du blé d'Egypte aux épis d'abondance 750
IV. L'épi des céréales et la fusée des filateurs :
1. La maçorca ou mazorca des Hispaniques 750
2. Le mazakwa circumtchadien et les masucas de Livingstone 752
3. La massue des Gurunsi 753
4. Le « mil à chandelle » ou « fusée » des Peul 753
5. Le « mil en massue » de la Cilicie en Asie Mineure 753
6. L'inflorescence « en queue » du mil à chandelle 755
7. L'épi-céréale des Bantu 756
E) Le sorgho tafsut des Berbères 758
F) Le sorgho ngafuli des Kanuri et des Berbères : « céréale-abondance » 760
G) Le sorgho za, zié des Nigrites de l'ouest-africain 68
H) Le sorgho oka ou okali de la Nigeria 69
I) Le sorgho tiri du Tchad 70
J) Le sorgho ma-bele de l'Afrique centrale. 71
K) Les sorgho et maïs venant de la mer 72
L) Le « sorgho de l'Inde » sur la Côte orientale d'Afrique 73
M) Le « sorgho de l'île de Pemba » (Côte orientale d'Afrique) 73
N) La céréale abora des Berbères 74
O) Les appellations italiques pour « sorgho ». 75
P) Les sorghos sucrés 76
Q) Le maïs mielie des Afrikanders 77
R) Le sorgho Kende des Mande 77
S) Le sorgho atoko ou akoko de la Côte de l'Or 78
T) Le sorgho awia du golfe de Guinée 79
U) Le mil argam des Kanuri 79
V) Vue ethnobotanique générale sur les sorghos de l'Afrique 79

VIII) **Le maïs ou « blé des Indes ».**
A) Le maïs ou « céréale d'Egypte » 84
B) Le « sorgho de Syrie », « de Turquie », etc. 85
C) La céréale de « La Mecque » 85
D) Le maïs des Portugais en Afrique 85
E/F) Le maïs ou « sorgho des Agba » au Dahomey et en Nigeria 86
G) Le maïs ou la céréale « qui cache son grain » 87
H) La « grosse tête » du maïs 88
I) Les « Etrangers », les « Rouges » et les « Blancs » 89
J) Le maïs, « céréale » ou « sorgho des Etrangers » 94
K) Le zaburro des Portugais : maïs ou sorgho ? 96
L) Origine étymologique de zaburro 100
M) La manigette ou maïs de l'Ethiopie 102
N) Du sorgho fo de la Côte de l'Or au maïs fon du Gabon 103
O) Sorghos, riz et maïs à « graines blanches » 104
P) Termes berbères très localisés 105

IX) **Les riz.**
Les espèces 189
A) Les riz « maro » et « shinkafa » vus par Wiener :
1. L'hypothèse de Wiener 190
2. Le riz des Swaheli de l'Afrique orientale 191
B) Le riz de la forme ml/mr/mn dans l'ouest-africain :
1. Les termes communs : malo, maro, maron, mano 192
2. Isolement du radical 194
3. Malo/maro pour « céréales », « nourriture », dans le nord et l'est de l'Afrique :
a) Mauritanie, Haute-Volta et Tibesti 196
b) Du Nil à l'Abyssinie 197
c) Les Nigrites de l'ouest 198
d) Les Bantu 198
e) Les Sémites de l'Afrique 199
C) Les ethnies ayant inventé la riziculture de l'ouest de l'Afrique :
a) Le groupe linguistique des Mande. 199
b) Les Nigrites Kwas et la mise en culture du riz africain *O. glaberrima* 200
c) Les Bantu sont-ils à l'origine de la culture du riz dans l'ouest-africain 204
d) Conclusions 206
D) Le riz taferet des Touaregs 207
E) Les dénominations spéciales pour « riz » en Sénégambie 209
F) Le riz shinkafa de la Nigeria :
a) Les termes employés en Nigeria. 209
b) Le shangava des Kanuri 210
c) Le shinkafa des Hausa 211
d) L'origine de ngava et nkafa 211
G) Le riz pergami du Tchad 212
H) Le riz saka :
a) Le riz saka de la Côte d'Ivoire .. 212
b) L'hypothétique saka ou « riz propre » de Wiener 213
c) Les objections à l'hypothèse de Wiener 213
d) Le saka des Nigrites et semi-Bantu 214
e) Saka et samela 216
f) Le sek arabe 217
g) L'origine de sa 217
I) Le riz bu du Libéria 218
J) Le riz pa-kala ou pa-la du Sierra-Leone. 219
K) Le riz ko des Mande-fu de la Dorsale Montagneuse guinéenne 219
L) Les riz punga et mchelle des Bantu de la côte orientale d'Afrique 220
M) Les appellations d'origine asiatique :
a) Le riz de la forme aruz 221
b) L'origine de arabe ruzz 223
c) Du riz au seigle par vrihi 225
d) Le riz vary de Madagascar 225
e) Autres termes pour « riz » en Asie 227
N) Résumé et conclusions générales 230

X) **Les mils à chandelle ou mils pénicillaires** (*Pennisetum typhoideum*).
A) Les groupes raciaux géographiques 290
B) Les appellations étudiées antérieurement. 291
C) La céréale sémitique dokhn à chaume sucré et le mil à chandelle 292
D) Le bajra de l'Inde 296
E) Roseaux-céréales ou cannes-céréales et mil à chandelle :
1. Le qasab arabe 297
2. Pas d'autres céréales-roseaux en Afrique 300
F) L'anli, illan ou eneli des Berbères Zenaga et Touareg 304

XI) **Le millet Acha.**

XII) **Les millets digitaires** (*Digitaria* div. sp.).
A) Vue générale, ethnobotanique 306
B) L'appellation fonio 307
C) Fundi et appellations diverses 308

XIII) **Les céréales de cueillette et le ramassage.** 310

XIV) **Manger.**
A) Qu'est « manger » ? 311
B) Manger pour vivre 312
C) Manger, c'est introduire quelque chose par une ouverture : la bouche 312
D) Avaler, c'est manger et boire par la bouche 315
E) Manger avec les dents 317
F) Manger avec la langue, avec les lèvres .. 320

XV) Bibliographie (sorghos, maïs, riz, mils et millets) 321

15 - 141

Roesch (E.), Schubiger (G. F.) et Egli (R. H.). — **Etude histologique des fèves de cacao.** *Revue Internationale de la chocolaterie*, Zurich, vol. XIV, nº 1, 1959 (janvier), p. 21.

Dans le cadre de leurs travaux sur la qualité et le degré de fermentation du cacao, les auteurs ont entrepris une étude histologique des fèves de cacao. Les résultats les plus intéressants sont résumés dans cet article et illustrés par des photos micrographiques.

Les fèves ont été observées de deux façons :

1) Sous forme de coupes faites au microtome sans paraffinnage ou durcissement préalable.

2) En suspension, après dégraissage des cotylédons selon la technique de Mason.

Pour étudier les graines d'amidon, la poudre de cotylédons dégraissée a été mise soit en suspension dans l'eau (observation en lumière polarisée), soit en suspension dans la glycérine (observation en lumière U.V.).

Cette étude histologique a permis de mettre en évidence :

1º L'effet de la fermentation sur l'aspect microscopique des fèves de cacao.

Les cellules à pigments, qui sont pourpres dans les fèves fraîches, subissent lors de la fermentation une autolyse ; leur contenu se répand dans le parenchyme où il est oxydé. Sous le microscope, on voit des traînées brunes qui correspondent à des produits d'oxydation.

2º La nature des inclusions des cellules parenchymateuses des cotylédons.

Parmi ces inclusions les grains d'amidon ont particulièrement retenu l'attention des auteurs. D'une part, ils se comportent comme des sphéro-cristaux en lumière polarisée, d'autre part ils présentent une fluorescence verdâtre caractéristique, si les fèves ont été grillées. Cette fluorescence disparaît après addition d'une quantité d'eau suffisante.

L'examen microscopique doit permettre de mieux déterminer le degré de fermentation des fèves de cacao et de déceler les traitements ultérieurs qu'elles peuvent avoir subis.

15 - 142

Campos (F. F.), Capinpin (J. M.), Espiritu (L. G.). — **Radiation genetic studies on rice** ***(Oryza sativa).*** I. **Observations among the X_1 plants.** (Etudes des effets des radiations sur la génétique du riz (*O. sativa*). I Observation sur les plants X_1). *The Philippine Agriculturist*, Laguna, 1959 (juill.-août), p. 200-8, 5 fig., bibliographie de sept références.

Des traitements aux rayons X ont été effectués sur des semences de riz de la variété Milfor 6 afin de déterminer les conditions les plus favorables à l'apparition des mutants.

Les grains ont été traités en paddy et en décortiqués aux intensités de radiations suivantes : 2 kr, 5 kr, 10 kr, 20 kr et 30 kr.

L'appareil utilisé fonctionnait sous 100 kvolts, 50 milliampères et donnait 225 roentgen/minute ; la distance entre appareil et semences était 15 cm.

Les effets des traitements sur la germination sont donnés par le tableau suivant, en pourcentage de graines germées.

Traitement	Paddy	Riz décortiqué
Témoin	100	100
2 kr	100	90
5 kr	95	90
10 kr	90	85
20 kr	80	80
30 kr	45	35

Les traitements à des intensités de plus de 10 kr donnent une inhibition du développement de la radicule.

On observe une relation inverse entre l'intensité d'irradiation et l'allure de la croissance des plantules.

Les traitements engendrant la plus grande proportion de ces mutants sont ceux de 10 kr. La plus grande partie de ces mutants présentent une déficience en chlorophylle et ne survivent pas au repiquage.

Aucune différence significative n'a été observée quant au nombre de talles, à la longueur et au poids des chaumes.

Un mutant à tallage important a été isolé dans le lot de semences décortiquées soumis à 2 kr. Les talles productives données par ce mutant sont trois fois plus nombreuses que celles du témoin. Les grains de ce mutant montrent une ségrégation caractéristique du caractère couleur de l'endosperme et de l'enveloppe.

15 - 143

Inductions of mutations in cacao by means of gamma irradiations (Création de mutations chez le cacaoyer sous l'influence d'irradiations gamma). Rapport annuel 1958, Inter-American cacao Center, p. 24. Inter-American Institute for Agricultural Sciences, Turrialba, Costa Rica.

Des clones, des seedlings et des graines de cacao ont été exposés aux radiations d'un champ gamma pour étudier l'effet des rayons gamma sur l'apparition de mutations, la fréquence de mutations et la dose efficace non mortelle pour le cacaoyer.

Des plants de trois mois de onze clones UF furent plantés en rangs concentriques à 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 et 19 mètres du cobalt radioactif. Au bout de deux mois, ces clones ne montraient aucune modification morphologique et leur croissance était apparemment normale.

Des seedlings de trois mois, en pots, furent placés à 3, 5 et 7 mètres, du cobalt radioactif. Aucune modification n'a encore été observée dans le système végétatif.

En ce qui concerne les graines de cacaoyer, on sait qu'elles ont une très courte viabilité. Cinquante graines de chacun des clones UF 650 et UF 613 furent traitées de quatre façons différentes et exposées à des doses de 8.000, 16.000, et 24.000 rœntgens. Le pourcentage de germination obtenu dans chaque cas est indiqué par le tableau suivant :

Traitement \ Dose / clones	8.000 r.		16.000 r.		24.000 r.	
	UF 650	UF 613	UF 650	UF 613	UF 650	UF 613
Graines non lavées ...	64 %	56 %	0 %	0 %	0 %	0 %
» lavées.....	56 %	90 %	4 %	12 %	0 %	0 %
» dépulpées dans sciure	61 %	92 %	0 %	0 %	0 %	0 %
» dépulpées dans du charbon de bois ...	52 %	92 %	0 %	2 %	0 %	0 %

Au sujet de ces graines soumises aux rayons gamma, on fit les observations suivantes :

1) La dose de 16.000 r. fut presque toujours mortelle pour les embryons, celle de 24.000 r. fut mortelle pour toutes les graines.

Le fort degré d'humidité de la sciure a pour conséquence une germination rapide et des dommages plus importants dans les tissus en croissance.

2) Dans chaque cas, un nombre variable de graines germèrent normalement et donnèrent naissance à des tiges et à des feuilles, alors que pour les autres la tige se développa, mais les cotylédons ne s'ouvrirent pas.

3) Lorsque les cotylédons s'ouvrent, les nervures et les veines des feuilles sont irrégulières.

4) La croissance des seedlings irradiés est en retard sur celle des seedlings non soumis aux rayons gamma.

5) La meilleure germination est obtenue avec des graines lavées, séchées à l'air et conservées dans des sacs de polyéthylène.

MISE EN VALEUR ET MOYENS DE PRODUCTION

Hydraulique agricole

***15* - 144**

BLUMER (A.). — **Rizières mécanisées au Surinan**. *Industries et travaux d'outre-mer*, Paris, 7e année, n° 73, 1959 (déc.), p. 877-80, 3 phot.

Dans le nord-ouest du Surinam, à Wageningen, a été fondée une exploitation agricole hautement mécanisée pour la culture du riz.

Le terrain du site consiste en de larges étendues d'argile traversées par des bandes de sable. Le climat est celui des régions équatoriales pluvieuses : saison pluvieuse de mai à juillet (1.000 mm d'eau), suivie d'une période sèche de septembre à fin novembre, puis d'une saison des petites pluies (décembre-janvier) et d'une saison sèche (février, mars), au total 2.000 mm.

Le terrain marécageux a dû être drainé et asséché et la végétation broussailleuse détruite avec de l'arsénite de soude. Un ou deux ans plus tard, le terrain a été nivelé au moyen de bull-dozers. La végétation, herbe sur un tiers de la surface, a été fauchée puis brûlée.

Les premiers labours et ensemencements expérimentaux, effectués deux fois par an, ont été de 20 et 450 ha en 1954, 1942 et 270 ha en 1955. L'exploitation a commencé sérieusement en 1956 sur 4.000 ha.

Les systèmes d'irrigation et de drainage comportent un canal majeur d'irrigation avec une vanne pour chaque parcelle de 144 ha, des canaux d'irrigation secondaires par petite parcelle de 12 ha et des fossés intérieurs ; deux tuyaux de drainage (pouvant être fermés à volonté), par petite parcelle, aboutissant à un canal secondaire de drainage se déversant dans un canal majeur de drainage.

La principale installation de pompage de 122 CV est établie sur le cour supérieur de la rivière Nickerie, au point de démarcation entre l'eau salée et l'eau douce au confluent de la rivière Maratakka.

Des fermes ont été construites le long des canaux principaux d'irrigation à raison d'une ferme pour 72 ha au début, pour 250 ha par la suite. On comptait en 1956 un fermier professionnel néerlandais par 200 ha, un conducteur de tracteur ou aide-conducteur par 35 ha et un mécanicien ou aide-mécanicien par 200 ha.

Le parc de machines comprenait en 1956 : cinquante et un tracteurs caterpillar de 45 CV, trente et une combines, divers types de charrues et herses à disques, des trailers.

Les semailles se font en avril-mai avec des semences pré-germées et la récolte a lieu en septembre-octobre. Les deuxièmes semailles se font en octobre-novembre et la récolte en mars-avril. On utilise des variétés de riz spécialement produites pour la région.

La lutte contre les mauvaises herbes se fait à l'aide d'arrosages chimiques, MCPA ou mélange de 2,4 D et 2,4,5 T par hélicoptère. On combat aussi les oiseaux et les rats (coumarine) et les colimaçons d'eau (sulfate de cuivre ou HCH).

Les récoltes totales ont été de 1954 à 1958, en tonnes de paddy de : 1.955 t en 1954, 6.385 t en 1955, 11.926 t en 1956, 18.502 t en 1957, 20.121 t en 1958.

Le rendement moyen à l'hectare est de 2.723 kg, avec maximum de 3.472 kg en 1954 et 4.635 kg en 1956. La superficie cultivée a atteint près de 6.000 ha en 1958. Les résultats acquis jusqu'à présent permettent d'escompter une récolte moyenne de 4.000 kg de riz par hectare dans un proche avenir. Les petits agriculteurs hindoustans des environs obtiennent en année normale des récoltes moyennes de 3.000 kg de paddy à l'hectare.

La culture du riz est d'une grande importance pour l'économie du Surinam étant donné que le riz est le principal aliment, non seulement du Surinam mais de toute la région caraïbe. La consommation intérieure du Surinam (en moyenne 120 kg par an et par tête d'habitant) s'élève à environ 25.000 t. On espère élever le surplus d'exportation qui était de 17.000 t en 1954 à environ 30.000 t en 1959. Le Surinam s'efforce actuellement de trouver un marché dans les pays européens pour son riz.

***15* - 145**

ROBINSON (A. R.), ROHWER (C.). — **Measuring seepage from irrigation channels.** (Mesure de l'infiltration dans les canaux d'irrigation). USDA Technical Bulletin, Washington, n° 1203, 1959, 82 pages, 38 fig., fig. hors-texte, bibliographie de vingt références.

Les pertes d'eau par infiltration dans les canaux d'irrigation constituent un sérieux problème agricole ; non seulement elles font perdre une grande partie de l'eau nécessaire aux cultures, mais elles peuvent aussi diminuer la fertilité de terres cultivables, les unes devenant trop humides, d'autres alcalines.

On peut remédier à ces infiltrations par divers procédés et souvent de façon peu coûteuse, à condition de pouvoir localiser les zones, où elles se produisent.

De 1949 à 1953, le Département de l'Agriculture, le Bureau US of Réclamation et la Station Expérimentale d'agriculture du Colorado ont entrepris, dans les environs de Fort Collins (Colorado), une étude sur la mesure de l'infiltration dans des canaux existants et là où des canaux sont en projet.

Parmi les différentes méthodes de mesure de l'infiltration qui sont exposées : mesure du débit d'entrée et de sortie, méthode de la mare, compteur d'infiltration, mesure de la perméabilité par puits, mesure de la perméabilité à niveau variable, méthodes de

laboratoire, on a particulièrement étudié les compteurs d'infiltration. Le principe de ces appareils est le suivant : une cloche métallique est reliée à un sac en plastique par un tuyau, la cloche est enfoncée dans le fond d'un canal, l'ensemble est rempli d'eau et le sac est maintenu dans l'eau du canal ; l'eau contenue dans le sac s'écoule par infiltration sous la pression résultant de la hauteur de l'eau dans le canal. On mesure la quantité d'eau écoulée dans un temps donné et pour la surface délimitée par la cloche.

On a mis au point une méthode de référence par la mesure de l'infiltration afin de comparer les diverses méthodes rapides de mesure et particulièrement celles des compteurs d'infiltration. Cette méthode de référence fait appel à deux bassins circulaires concentriques, formés de deux cylindres métalliques placés dans le sol, le bassin extérieur est destiné à supprimer les effets de bordure.

Grâce à ce dispositif des mesures ont été faites dans quatre types principaux de sols argileux, argilo-sableux, sableux et vaseux ; les sols ont été analysés ainsi que l'eau qui était pratiquement pure de sel ou de matière solide. Le niveau de l'eau des bassins était maintenu et le débit d'eau d'alimentation était mesuré. L'évaporation, les précipitations et la température étaient mesurées également.

Les études faites avec les bassins concentriques dans chacun des différents sols ont montré que l'infiltration pouvait être déterminée avec exactitude à l'aide des compteurs d'eau, sauf si la perte d'eau est du même ordre de grandeur que l'évaporation.

Les taux d'infiltration mesurés variaient par jour, suivant la nature du sol, entre 0,003 m^3 par m^2 et 8 m^3 par m^2. Ce taux change considérablement d'une heure à l'autre même si sa moyenne journalière est constante.

Les infiltrations dans le bassin intérieur sont généralement moins importantes que celles du cercle extérieur ; malgré le long usage fait de ces bassins (cinq mois par an), aucun colmatage n'a été observé. La comparaison des données avec celles obtenues par les compteurs d'infiltration, a montré que ceux-ci ne donnaient pas de mesures précises, mais seulement un ordre de grandeur, d'autre part les relevés pris environ une semaine après l'installation des compteurs étaient généralement plus exacts que ceux pris plus tôt. La moyenne d'une série de mesures avec compteur correspond généralement avec la moyenne d'une série comparable avec bassin si le taux d'infiltration est inférieur à environ 0,3 m^3 par m^2 et par jour.

Pour des taux supérieurs, les compteurs donnent des résultats trop forts. Si on installe un compteur dans des sols très perméables et ayant à la surface une couche moins perméable, on brise l'étanchéité de la surface et on favorise ainsi une infiltration excessive.

Les résultats des compteurs ne diffèrent pas de manière significative suivant le type employé, diverses dimensions de cloche peuvent être utilisées. Les compteurs doivent être installés avec soin. Il est préférable de les enfoncer avec un vérin plutôt qu'à l'aide d'une masse.

Pour obtenir des résultats satisfaisants dans un canal, il faut installer les compteurs aussi bien sur les côtés qu'au fond. En ce qui concerne les prévisions d'infiltration d'un sol en vue de l'établissement de canaux, la mesure de la perméabilité par puits peut être utilisée. Cette méthode consiste à creuser un puits de 10 à 15 cm de diamètre et de profondeur variable (environ dix fois le diamètre). On emplit le fond du puits d'un matériau très perméable : gravier ; pour éviter l'érosion les parois verticales sont recouvertes de toile métallique, un dispositif permet, en maintenant un niveau et une pression constante de l'eau, d'en mesurer l'écoulement.

Il est possible d'après les indications données par ce dispositif d'estimer les infiltrations d'un canal.

Le taux d'infiltration, indiqué par la mesure de la perméabilité par puits, varie avec le temps. Généralement il décroît rapidement pendant huit heures ou plus, puis il s'élève, puis il diminue graduellement. On utilise comme base pour évaluer les infiltrations le point de départ de son accroissement.

Des études faites avec les tamis concentriques sur l'effet de la hauteur de l'eau dans ces bassins sur l'infiltration dans les différents sols ont montré que toujours l'infiltration croît avec la hauteur d'eau.

La hauteur d'eau a plus d'influence sur le taux d'infiltration, quand celui-ci est élevé, d'autre part le taux d'infiltration tend à être légèrement plus important quand le niveau d'eau descend que lorsqu'il s'élève.

Aussi longtemps qu'une hauteur d'eau appréciable demeure dans les canaux, une infiltration appréciable continue. Lorsque la hauteur d'eau approche de zéro le taux d'infiltration est égal à la perméabilité, K, du sol, à condition que l'expérience ait été poursuivie assez longtemps pour que la tension hydrostatique du sol n'exerce plus son action et que le niveau de la nappe phréatique ne soit pas assez près de la surface pour affecter l'infiltration. Cette découverte constitue une méthode simple de détermination de la perméabilité d'un sol naturel.

Des observations, faites sur le taux d'infiltration à des intervalles de deux heures et pendant plusieurs jours, ont montré que celui-ci est plus élevé lorsque la température de l'eau est basse.

Si on tient compte de la variation de la viscosité de l'eau, ces différences en fonction de la température sont encore plus prononcées.

On a fait des recherches sur l'effet de la dilatation et de la contraction des bulles d'air dans le sol suivant les différences de pression de vapeur dues à la température. Puisque la porosité du sol diminue lorsque les bulles s'étendent, ce phénomène tend à expliquer pourquoi l'infiltration diminue lorsque la température croît. Des corrections basées sur ce phénomène tendaient à compenser la correction de viscosité. Les résultats finaux étaient à peu près les mêmes que les résultats non corrigés.

Lorsque la température de l'eau est à son maximum, il y a une certaine corrélation entre le taux d'infiltration d'un canal et la différence entre la température du sol sous le canal et la température de l'eau. Un haut taux d'infiltration est associé à une faible différence entre la température du sol et celle de l'eau.

Il y a corrélation entre l'infiltration, et la profondeur de la nappe phréatique jusqu'à 7,5 m, les essais n'ayant pas porté sur des niveaux plus profonds ; toutefois cette corrélation cesse dès que la nappe phréatique est à plus de 30 cm du sable.

Cette étude très détaillée donne en annexe tous les relevés graphiques effectués au cours des expériences relatées.

15-146

CHANG (J. C.). — **A conclusive study on flooded paddy-sugarcane in Taïwan** (Etude de l'association canne à sucre-riz irrigué). *Journal of the Agricultural Association of China*, Taipei, Taïwan, China, p. 63-73, résumé en anglais.

Taiwan est une île très peuplée. Les fermes y sont particulièrement petites (en moyenne 1,25 ha). Le seul moyen pour les fermiers d'augmenter leur revenu est d'utiliser leurs terres de manière intensive. Les fermes sous contrat avec la Société de Sucre de Taiwan sont, généralement, de faible superficie. Aussi les rizières à Taiwan ne sont pas utilisées uniquement pour la culture du riz. De nombreuses autres cultures sont pratiquées, la canne à sucre est la plus importante.

La canne à sucre associée à la première culture de riz est appelée : association canne-riz de printemps, celle associée à la deuxième culture, canne-riz d'automne. Les méthodes de culture de cette association bénéficient de constants progrès. On en distingue les divers types suivants : 1) association canne-riz ordinaire, 2) association canne-riz en terrain surélevé, 3) association canne-riz en terrain bas, 4) association canne-riz entouré de fossés, 5) association canne-riz submergée.

L'association inondée de printemps fut découverte par M. JEAN-SHIAN-CHANG en 1935 à Kaohsiung. Les

boutures à cinq nœuds de tête, sont employées ; deux nœuds sont mis dans le sol, le haut de la bouture étant exposé à l'air. La bouture peut être plantée à n'importe quel moment, même lorsqu'on repique le riz. Aucune planche ou fossé spécial n'est nécessaire. Cette méthode est simple et facile. Elle fut appliquée à l'association d'automne en 1955, avec une bouture de deux nœuds plantée obliquement avec un nœud au-dessous de la surface du sol et l'autre exposé à l'air. On aboutit ainsi à Taiwan à une méthode de culture d'association canne à sucre-riz économique, parce qu'elle diminue le coût de la production. De nombreuses expériences en champ et de nombreux travaux de recherche sur l'association canne-riz inondé ont été effectués ces dernières années. Les résultats peuvent en être résumés comme suit :

1) L'époque favorable pour planter la canne à sucre se situe moins d'un mois après le repiquage du riz. Les extrémités des tiges de canne peuvent être utilisées comme bouture pour l'association de printemps, et les boutures à deux yeux pour l'association d'automne.

2) L'extrémité supérieure des morceaux de canne à sucre utilisés comme bouture doit être plantée hors de l'eau, puis doit être enfoncée au moment où les grains de riz sont au stade laiteux.

3) Pendant la période d'association il est préférable, pour le riz et la canne à sucre, de faire quatre à huit jours d'irrigation, suivie de un à deux jours d'à sec, plutôt qu'une irrigation continue.

4) Il est nécessaire d'écarter les lignes de riz de la ligne de canne pour que le tallage de celle-ci puisse se faire convenablement au soleil. Du sulfate d'ammonium doit être employé lorsque les lignes de riz ont été ainsi écartées.

5) Après la moisson du riz, le chaume sera enfoui grâce à la déchaumeuse tirée par un buffle, ce qui pourra prévenir tout risque de borer. Des sillons d'environ 60 cm de large sont creusés le long de la rangée de canne, puis environ 20 tonnes de compost et une fumure chimique composée de 200 kg de N, 150 kg de P_2O_5, 150 kg de K_2O par hectare seront épandus en couverture. Après quoi les procédés habituels, labour, irrigation, drainage et autres opérations seront suivis de la même manière que lorsque la canne à sucre est cultivée seule.

Matériel agricole

***15* - 147**

Rapport général A. O. F. Togo de la Fédération des Industries mécaniques et transformatrices des métaux. *Document*, Paris, 21 × 27, 36 pages avec annexes 29 pages, une carte, 1958 (avril).

Ce document émane de l'organisme chargé de représenter en AOF les intérêts de la construction française en appareils mécaniques, dont les matières premières proviennent de la métallurgie.

C'est dire la diversité des productions industrielles, dont les intérêts en Afrique Occidentale sont représentés.

L'A. brosse un rapide tableau de la situation économique au début de 1958. Celle-ci n'a guère changé dans ses grandes lignes depuis lors. Il passe en revue les principales productions d'exportation, elles sont agricoles et minières. L'étude des problèmes sociaux le ramène à la difficulté d'avoir de gros débouchés, car on ne peut distribuer des salaires valables (permettant de susciter une demande plus importante) pour un travail fourni insuffisant. L'africanisation administrative conduit à imposer aux pays des charges trop lourdes eu égard à leurs possibilités économiques. Le principal groupe d'acheteurs de produits industriels de consommation est constitué par les salariés administratifs. Les débouchés en biens d'équipement sont fournis par les grands travaux d'infrastructure (travaux publics, hydroélectricité, habitat, diverses constructions...) et d'équipement agricole.

Les principaux problèmes, qui se posent au constructeur français désireux de s'installer sur le marché d'outre-mer, sont d'ordre commercial. Longtemps autrefois, et trop souvent aujourd'hui encore, on a vendu outre-mer sans se soucier du service après-vente.

Les constructeurs devraient faire leur prospection des concessionnaires sur place dans les territoires, au lieu de se limiter à opérer en métropole auprès des sièges de maisons mères importatrices outre-mer.

Pour placer leurs matériels ils devraient se prêter plus facilement à des démonstrations, et ne pas hésiter à laisser des appareils en démonstration gratuite, comme le font leurs concurrents étrangers.

Ils devraient veiller à la compétence technique de leurs représentants locaux, en fournissant par exemple un démonstrateur technicien assurant la première mise en service de leur production et la formation d'un agent du concessionnaire local.

En matière de service après-vente, la production française devrait être mieux servie que la fabrication étrangère concurrente : il ne se pose pas pour elle de problèmes de devises pour les pièces détachées ; les liaisons, et partant les fournitures, devraient être plus rapides nécessitant des stocks de pièces de rechange moins importants.

L'emballage et le conditionnement des marchandises expédiées doivent impérativement être mieux soignés, qu'ils ne le sont encore très souvent aujourd'hui. Un matériel doit pouvoir être livré à l'état de neuf, avec toutes les pièces détachées nécessaires au montage quand c'est le cas. Un service d'inspection au départ devrait toujours fonctionner.

En ce qui concerne la commercialisation proprement dite, les pratiques du régime de la traite, où le commerçant vend de tout sans rien en connaître, doivent disparaître devant une spécialisation analogue à celle de la métropole. Les agents devraient regrouper leurs représentations selon une même chaîne de produits.

Le problème de prix est à revoir, surtout dans les territoires limitrophes de pays étrangers. En effet, l'Africain comprend mal qu'un produit français (pour différentes raisons) vaille fréquemment chez lui 30 % plus cher que le même produit français, s'il va l'acheter de l'autre côté de la frontière voisine en territoire britannique, portugais ou autre...

Les constructeurs ne doivent pas ignorer la lenteur des règlements financiers dans ces pays, qui imposent souvent de prendre un relai bancaire facteur de hausse de prix. On ne peut exiger des représentants locaux des paiements trop rapides.

Enfin les constructeurs doivent savoir qu'en Afrique, en dépit de l'étendue des espaces, les nouvelles vont vite ; aussi les réputations s'établissant rapidement surtout quand elles sont mauvaises. Il faut éviter d'avoir à remonter les effets d'un échec ; cela est pratiquement impossible auprès d'une clientèle illétrée, qui aura « catalogué » telle ou telle marque de fabrique.

Il faut se souvenir, qu'en dernier ressort, pour les opérations de diffusion importantes, la clientèle sera souvent constituée ou conseillée par des techniciens. Cela n'exclue pas, au contraire, qu'il faille fournir à ces techniciens de façon régulière, les documentations nouvelles, leur signaler les nouveautés, leur faire savoir que l'on fait de grandes séries. La publicité enfin est à faire par l'image (tracts, bandes dessinées dans les journaux) et par le film, toujours et partout apprécié en Afrique.

Lorsqu'un fabricant fait des propositions il doit les formuler de façon précise en indiquant des prix. Une documentation appropriée à l'offre doit être fournie (on a vu des prospectus en langue étrangère adressés pour offrir du matériel français) ; il faut également l'accompagner d'une liste des pièces détachées recommandées.

Pour l'expédition un soin particulier est à apporter à l'emballage du matériel. Un effort pour mieux calculer les prix de transport avec le transitaire est à faire. Souvent, par exemple, des progrès peuvent être réalisés en améliorant les proportions de l'emballage pour se conformer à la tarification du fret maritime.

Le matériel envoyé doit être accompagné d'une documentation dans une pochette isolante donnant :

les caractéristiques,
les précautions prises pour le transport (vidanges, etc...),
les conseils de mise en route, graissage,
le croquis, avec références des pièces,
les précisions d'entretien (dans lesquelles l'image est très importante pour des illétrés).

Ces documents sont à fournir en double exemplaire (un accompagnera le matériel en service, l'autre restera aux archives de l'utilisateur).

Ensuite le vendeur doit tenir un fichier de contrôle par matériel vendu, afin de suivre celui-ci.

Une inspection générale, couvrant plusieurs Etats ou Territoires, doit être assurée par les agents techniques des fabricants. Ceux-ci doivent, entre autres, pour le matériel neuf, servir de moniteur pour sa mise en route jusqu'à formation de techniciens locaux.

NDLR. En dépit de la relative ancienneté de ce document, il nous semble utile de faire connaître ces observations qui restent, et resteront sans doute encore longtemps, d'actualité.

15 - 148

WIJEWARDENE (R.). — **The use of machinery on tropical plantations.** (La mécanisation dans les plantations tropicales). *World Crops* Londres, vol. 10, n° 5, 1958 (mai), p. 183, 2 ph. Cet article est dû à un ingénieur en mécanisation agricole, planteur à Ceylan.

L'A. pose le problème : la mécanisation est à concilier avec l'emploi d'une main-d'œuvre sans cesse plus nombreuse. Il y a des opérations dont la mécanisation est difficilement imaginable (saignée des hévéas, récolte sélective des thés de luxe, récolte des cabosses de cacaoyer). A côté il en existe qui peuvent être mécanisés : ce sont le traitement des produits (thé, latex, trituration de graines oléagineuses), et les façons culturales d'entretien. Sur terrain plat ou modérément accidenté, les tracteurs sont utilisables au défrichement, à la culture en contour, au semis, à l'entretien.

Sur terrains escarpés à flanc de côteau, où le thé est cultivé habituellement, les motoculteurs se sont révélés intéressants pour certaines opérations demeurées manuelles : desherbage des pépinières, culture en contour.

Selon l'A. l'avantage de ces petits appareils est l'élévation du niveau de vie des cultivateurs qui acquièrent une plus grande productivité.

NDLR. Bien que l'article analysé demeure dans le domaine des généralités, il nous a paru opportun d'y faire allusion ici, car il soulève un problème que l'on connaît peu dans les pays de la Communauté, mais d'une acuité certaine dans d'autres pays tropicaux : la conciliation de la mécanisation et de l'emploi d'une main-d'œuvre pléthorique en accroissement constant. La solution proposée de l'emploi des motoculteurs sous-entend des conditions que l'on peut résumer : nécessité d'une évolution parallèle de la qualification technique des utilisateurs, robustesse et simplicité des matériels proposés.

15 - 149

This is the Chisel plough. (Un extirpateur scarificateur). *Farm Implement and Machinery Review* Woodford Green, Essex, 1959 (sept.), p. 669, 2 ph.

Présenté comme le premier extirpateur-scarificateur adapté aux conditions du Royaume-Uni, c'est une adaptation du « Stump Jump », qui a fait ses preuves en Australie et en Amérique du Nord (au Canada on vend trois extirpateurs pour une charrue).

Le type standard a cinq dents et vaut 100 Livres ; équipé de sept dents, il vaut 120 Livres. Non seulement le travail à l'extirpateur est plus rapide que celui à la charrue classique (deux passages se font plus rapidement qu'un labour), mais cet instrument ne laisse pas de sillons, ce qui facilite les travaux ultérieurs.

Autres avantages : il émiette et soulève le sol, il améliore la structure et, en facilitant l'absorption de l'eau, il permet d'entrer plus tôt dans les champs au printemps. Un premier passage s'effectue à 10 ou 15 cm, un second à 15 ou 25 cm et, au besoin, un troisième plus profond.

Les herbes sont laissées à la surface, où le passage des instruments les détruit quand elles sont sèches. Après plusieurs saisons elles deviennent moins gênantes, car de nouvelles graines ne sont pas ramenées chaque année à la surface.

Lors de la démonstration un instrument travaillait à 15-20 cm de profondeur, tandis qu'un autre, dont les dents étaient équipées, à l'arrière, de cœurs de binage, travaillait à 5-7 cm, coupant les herbes. Un champ témoin avait été travaillé sur la moitié par un extirpateur scarificateur et sur l'autre moitié par une charrue à versoir ; il démontrait l'avantage de la méthode dite « Chance » : des pois, en particulier, étaient plus beaux sur la partie travaillée au scarificateur.

NDLR. Le principe de cet appareil n'est pas nouveau : il s'agit d'un canadien renforcé. Son principal intérêt est de ne pas détruire la structure du sol et, comme c'était le cas dans la démonstration présente, de ne pas ramener en surface l'argile se trouvant à faible profondeur.

15 - 150

RATEL (S. M.). — **The « Anand » hoe is a better one.** (La houe « Anand » est une houe améliorée). *Indian Farming*, New-Delhi, vol. VIII, n° 10, 1959 (janv.), p. 12-4, 3 ph., 1 shc.

Il s'agit d'un nouvel appareil mis au point par l'Institut Agricole d'Anand (dans l'Etat de Bombay) pour intervenir dans les cultures sarclées.

Il est simple, de conception comme d'entretien (dans les possibilités d'un artisan villageois), et est accessible à un cultivateur modeste. Il est en outre robuste.

Les houes attelées traditionnelles indiennes sont constituées d'une lame horizontale des extrémités de laquelle partent deux supports verticaux fichés dans une pièce principale en bois sur laquelle sont fixés le timon et un mancheron de guidage. Les défauts de ces appareils sont : d'une part l'impossibilité de les régler pour modifier la largeur de la lame, si bien qu'il faut disposer d'une série pour pouvoir travailler dans les meilleures conditions chaque fois, d'autre part, dans des cultures dont les plantes ont un large développement (comme le tabac), les supports de lames verticaux abîment la végétation et obligent à employer un outil travaillant sur une largeur insuffisante, enfin la pièce centrale d'assemblage représente le point faible qui, en cas de dislocation, rend l'outil hors d'usage.

La houe Anand a sû pallier ces divers défauts, d'où son succès auprès des utilisateurs. Sa pièce principale est le timon. Sur ce timon est fixé un plateau principal grâce à des crampons en U. A ce plateau sont reliés en arrière un Y renversé, dont les bras portent la lame, et la portion commune vient sur le plateau ; en avant de celui-ci se trouve un secteur à deux bras parallèles dans lequel des perforations permettent de régler l'inclinaison de l'Y. Le mancheron de guidage, muni d'une poignée, est solidement fixé à l'extrémité postérieure du timon.

Il est prévu un jeu de lames différentes, portant chacune une paire de tenons séparés par un écart standard pour fixation à la fourchette de l'Y sus indiqué. Les lames ont une forme légèrement incurvée, la convexité tournée vers l'avant, pour permettre le glissement des débris végétaux binés.

Les avantages de la houe Anand résultent de la description précédente : un seul outil au lieu d'un jeu de quatre, comme c'était la coutume, le jeu se ramène à celui de quatre lames, le porte lame en Y ne cause pas de dégât aux plantes à port étalé ou retombant. Ces avantages jouent particulièrement pour le tabac.

15-151

CHALON (G.). — **Une billonneuse-marqueuse pour les semis d'arachides.** *Bulletin agricole du Congo Belge*, Bruxelles, vol. VII, n° 3, 1959 (juin), p. 141-46, 4 ph.

Au paysannat pilote de Gandajika, dont les spéculations principales sont le cotonnier et l'arachide cultivés sur billons, les arachides sont semées en tête de rotation et à des écartements de 80 × 10 cm. L'A. explique que l'utilisation d'une billonneuse-marqueuse, permet de réduire de quarante à dix le nombre de journées de cinq heures nécessaires pour préparer et semer un hectare, par rapport à l'ancienne méthode de billonage et de semis manuels.

La billonneuse est un outil « Massey Harris-Safim » légèrement modifié. Quant au marqueur, il est constitué par deux roues de semoir écartées de 80 cm et munies de crampons espacés de 10 cm, tiré derrière la billonneuse de façon à passer sur le sommet des billons. Les crampons sont disposés en quinconce pour éviter le bourrage en terres lourdes et humides. Le marqueur est relevé en même temps que la billonneuse.

Le terrain, travaillé en mai à la « Rome Plow », est repris en septembre par un hersage, complété par un nettoyage à la main, enlevant les racines et les souches de Graminées. La billonneuse marqueuse passe ensuite, à raison de 0,85 ha/h. Il ne reste plus au paysan qu'à semer ses graines dans les trous préparés par le marqueur.

L'A. compare ensuite le prix de revient à l'hectare du semis à la main ou avec la machine et conclut à une économie de 53 % en utilisant la machine.

Le détail des calculs est le suivant, en francs belges :

1° A LA MACHINE :

a) Coût d'utilisation de la billonneuse-marqueuse, amortissement sur mille heures de la machine de 15.000 Fr .	15,00	
Intérêt 5 % (100 ha travaillés par an)	3,75	
Frais de réparation et d'entretien..	9,59	
	28,25	28,25 fr/ha
b) Coût d'utilisation du tracteur Ferguson « F 35 », amortissement sur dix-mille heures du tracteur de 150.000 Fr	15,00	
Frais d'entretien et de réparation..	15,00	
Intérêt 5 % (deux mille heures par an)	2,60	
Carburant 3,5 l par heure	16,40	
Lubrification et graissage.....	1,65	
Conducteur	7,00	
Frais généraux	5,00	
	62,65	

Coût par hectare = $\frac{\text{Coût par heure}}{0,85} = \frac{62,65}{0,85}$ = 73,75 fr/ha

c) Coût de la main-d'œuvre : dix jours à 20 Fr	200,00 fr/ha
Total	302,00 fr/ha

2° A LA MAIN :

32 journées pour le billonnage et le semis soit 32 × 20 = ...	640,00 fr/ha

Le Gérant : A. ANGLADETTE.

579. — Imp. JOUVE, 15, rue Racine, Paris. — 9-60